PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO, PREVENTIVO, CORRECTIVO

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.
Cobre Panamá

PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ
Etapa de operaciones

CONFORME A LO ESTABLECIDO EN EL COMPROMISO:

13098	Elaborar un plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, de equipos, estructuras e infraestructuras asociadas al proyecto, en el cual se incluya su revisión y actualización cada dos (2) años.

Revisión diciembre, 2020.

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

CONTENIDO **# pág.**

1. Planta de arena tamizada (planta de ciclones) ……..3
2. Flota minera y MSA……...……14
3. Puerto, Acopio de concentrado de Cobre y Planta de Energía……...38
4. Planta de Procesos: Ductos……..……45
5. IMR/ TMF……..……67

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

PLAN ESTRATEGICO 2020

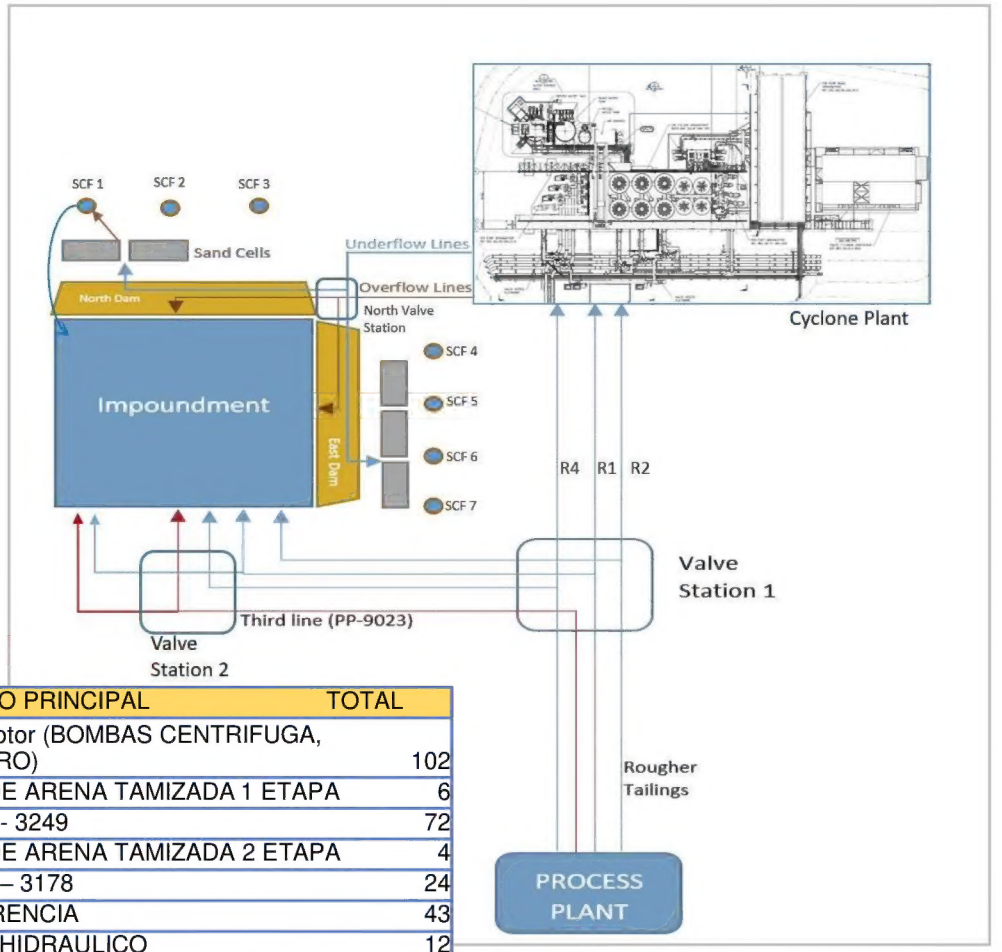
PLANTA DE ARENA TAMIZADA

ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Alcance del Mantenimiento

- **Mecánico**
- **Eléctrico**
- **Instrumentación**

1. Sub Estación de Energía 9001
2. Planta de Tamizar
3. Tuberias de desbordamiento (25km de 1000mm HDPE)
4. Tuberias de Arena(17km de 250mm de acero revestido en caucho)
5. Tuberías vertedero
6. Instalaciones para recoger arena



EQUIPO PRINCIPAL	TOTAL
BOMBAS/eléctrica/Motor (BOMBAS CENTRIFUGA, BOMBA DE SUMIDERO)	102
CONGLOMERADO DE ARENA TAMIZADA 1 ETAPA	6
TAMIZADA GMAX20 - 3249	72
CONGLOMERADO DE ARENA TAMIZADA 2 ETAPA	4
TAMIZADA GMAX20 – 3178	24
CAJA DE TRANSFERENCIA	43
UNIDAD DE PODER HIDRAULICO	12
ALMACEN	33
FILTRO DE AGUA DE GLANDULA	2
COMPRESOR	2
MUESTRA	10
TOTAL DEL EQUIPO	310

Recursos de Mantenimiento SCP

Recursos Humanos
Especialista en Mantenimiento
Supervisor de Mantenimiento
12 Mecánicos (3 x cuadrilla)
4 Instrumentalistas
4 Electricistas
2 Planificador de Mantenimiento
1 Monitor de Condiciones

Recursos de Herramientas
Herramientas manuales
Herramientas de Precisión
Herramientas eléctricas
Herramientas de calderero HDPE
Herramientas de Fusion
Herramientas de Impacto
Herramientas de elevación

Recursos Administrativos
Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento.
Alcance de los Procedimientos Operativos
Plantillas de Mantenimiento en el Sistema JDE.
Programa de Mantenimiento Semanal
Programación de Paro para SCP.
Informes Semanales.
KPI's.

Recursos de Equipo
Cargador telescópico (Telehandler)
Grúa Franna
Servicio Unimog Camión de Máquina de Soldar HDPE Compresor de Máquina de Aire Fusión Generador

Equipo Predictivo
Análisis de Vibración Emerson
Cámara Termal
Alineamiento Laser
Medida de Espesor Ultrasónico
Herramientas de precisión eléctricas
Comm & Calibración Profibus

Disponibilidad SCP

90 %

Objetivo Anual

Utilización SCP

8
5
%

Objetivo Anual (Nominal)

10 M tons

Producción de Arena

Estrategia de Mantenimiento SCP

La estrategia para la administración de los activos será una mezcla entre mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y proactivo.
De acuerdo a la criticabilidad como "equipo de categoría"

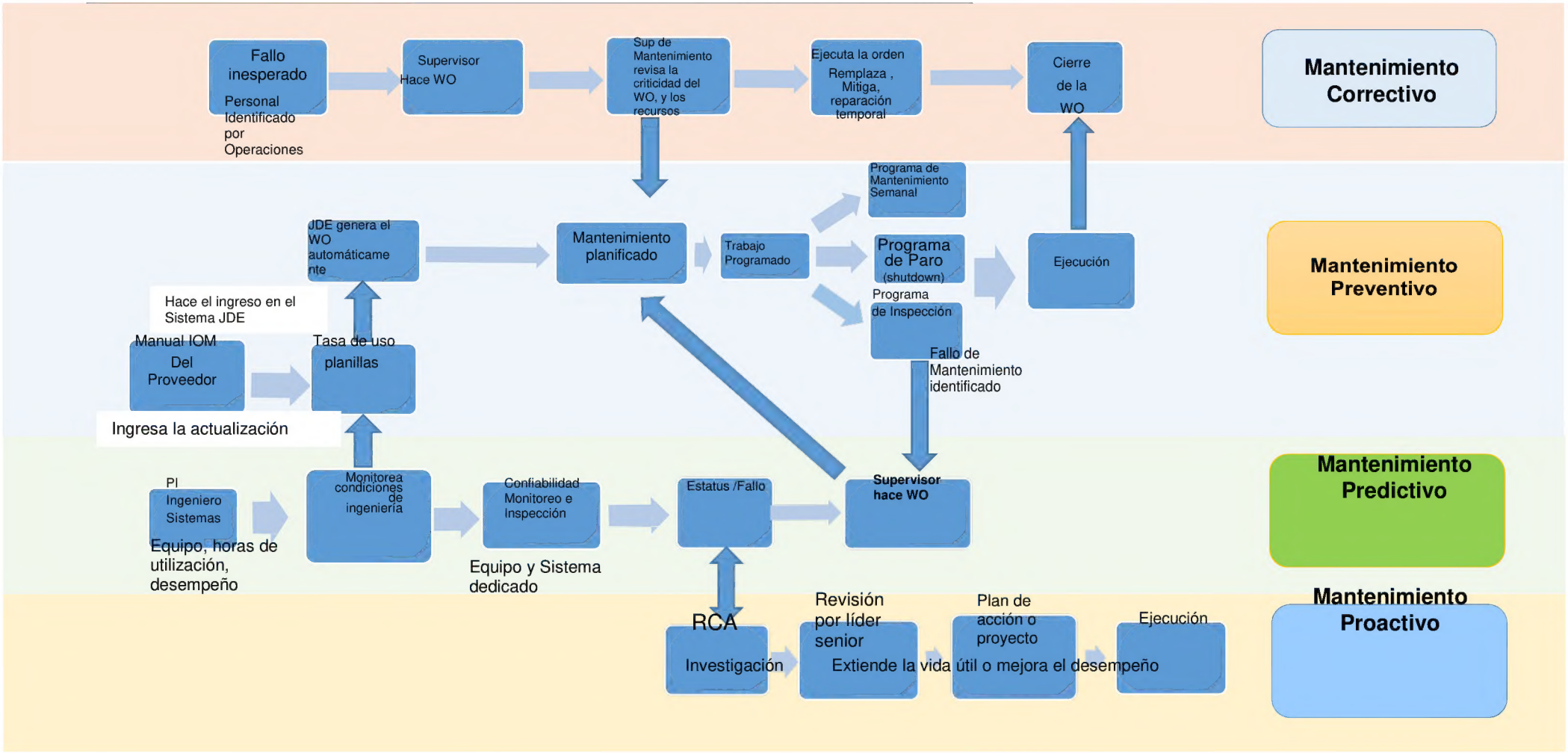
CATEGORIA	COSTO DE REPARAR $			TIEMPO MEDIO DE REPARAR			PERDIDA DE DISPONIBILIDAD		Criticidad	Estrategia de Mantenimiento			
EQUIPO	BAJO (0-1000 USD)	MEDIANO (1000-5000 USD)	ALTO (>5000 USD)	BAJO (0-8 hrs)	MEDIANO (8-24 hrs)	ALTO (>24 hrs)	SI (Perdida de producción de arena)	NO					
Bombas de sello de Glándula		1			1		1		ALTO		Preventivo	Predictivo	Proactivo
Trenes de Bomba de Arena			1		1		1		ALTO		Preventivo	Predictivo	Proactivo
Bomba de refuerzo SCF			1			1	1		ALTO		Preventivo	Predictivo	Proactivo
Bomba de sumidero SCF			1			1	1		ALTO		Preventivo	Predictivo	Proactivo
Etapa 1 Tamizada (Uno)			1			1		1	MEDIANO	Correctivo	Preventivo	Predictivo	
Bombas de Flujo subterráneo etapa 1			1		1			1	MEDIANO	Correctivo	Preventivo	Predictivo	
Bombas de desborde			1		1			1	MEDIANO	Correctivo	Preventivo	Predictivo	
Fuente de alimentación hidráulica de la estación de la Válvula		1		1				1	MEDIANO	Correctivo	Preventivo		
Compresores	1			1				1	MEDIANO	Correctivo	Preventivo		
Bomba de Sumidero	1				1			1	BAJO	Correctivo			
Tamizada Etapa 2 (Uno)		1			1			1	MEDIANO	Correctivo	Preventivo		
Tuberías O/F			1			1		1	MEDIANO	Correctivo	Preventivo	Predictivo	
Tuberías U/F		1			1		1		ALTO		Preventivo	Predictivo	Proactivo
Válvulas Principales (Hidráulica y Neumática)		1				1	1		ALTO		Preventivo	Predictivo	Proactivo
Válvulas Manuales	1				1			1	BAJO	Correctivo			

Estrategia de Mantenimiento SCP

La Estrategia de acuerdo a la criticidad de “fallo”, tipo y recurrencia.

CATEGORIA	COSTO DE REPARAR ($)			TIEMPO MEDIO PARA REPARAR			DISPONIBILIDAD PERDIDA (Perdida de producción de arena)		Criticidad	Estrategia de Mantenimiento			
FALLO	BAJO (0-1000 USD)	MEDIO (1000-5000 USD)	ALTO (>5000 USD)	BAJO (0-8 hrs.)	MEDIO (8-24 hrs.)	ALTO (>24 hrs.)	SI	NO					
FALLO RECURRENTE	1				1			1	ALTO		*Preventivo*	*Predictivo*	*Proactivo*
	1	1			1	1	1		MEDIO	*Corrective*	*Preventivo*	*Predictivo*	
FALLO PREMATURO	1				1			1	ALTO		*Preventivo*	*Predictivo*	*Proactivo*
	1	1			1	1	1		MEDIO	*Corrective*	*Preventivo*	*Predictivo*	
FALLO DE TIEMPO UTIL DE VIDA	1				1			1	ALTO		*Preventivo*	*Predictivo*	*Proactivo*
	1	1			1	1	1		BAJO	*Corrective*	*Preventivo*		

Flujo de Mantenimiento SCP



Mantenimiento Correctivo

Mantenimiento reactivo, la falla o falta ya ha ocurrido

- Componentes que han alcanzado vida útil (pequeñas válvulas manuales, bridas, bombas de Servicio de sumidero)
- Componentes de bajo criticalidad

No utiliza recursos para realizar seguimiento predictivo

Fallo inesperado identificado por la gente de Operaciones

Mantenimiento Preventivo

Aplique mantenimiento antes de completar la vida útil, para evitar fallos.

.

- De acuerdo a IOM se establecieron inicialmente tasas de uso en el Sistema JDE
- JDE generó automáticamente órdenes de trabajo y está programado por la gente de planificación semanalmente o en programas de paro.
- La tasa de desgaste será actualizada de acuerdo a las condiciones de monitoreo todos los años.

La mayoría de los componentes de la Planta de Ciclon.

Mantenimiento Predictivo

Aplique mantenimiento de acuerdo al estatus del equipo para extender el uso y evitar los fallos en operación.

Aumentar el desempeño y la Buena administración de los activos.

- El ingeniero monitorea las condiciones el cumplimiento con el programa de inspección e identifica el estatus y el Reporte del posible fallo y le da seguimiento al estatus de los componentes

Todo el equipo que tiene alto costo de reparación o alta criticalidad debido a la perdida de producción (Trenes de bombeo, bombas de desbordamiento, tuberías de arena).

Mantenimiento Proactivo

RCA en fallas comunes
Análisis de Causa Raíz

Extender la vida útil o la mejora en el desempeño
Todos los componentes con alta criticalidad

Lineas de investigación:

- Desgaste prematuro del revestimiento de los
- impulsores
- Tasa de desgaste de las tuberías

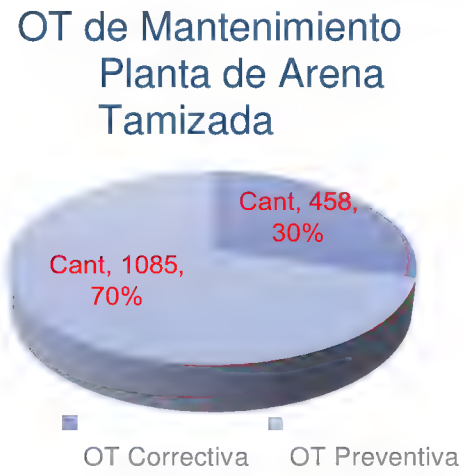
Objetivos de Mantenimiento & KPIs

Planta de Arena Tamizada

Intervenciones actuales con Orden de Trabajo

	Cantidad	%
Total OT	1543	100%
OT Correctivas	458	29.68%
OT Preventivas	1085	70.32%

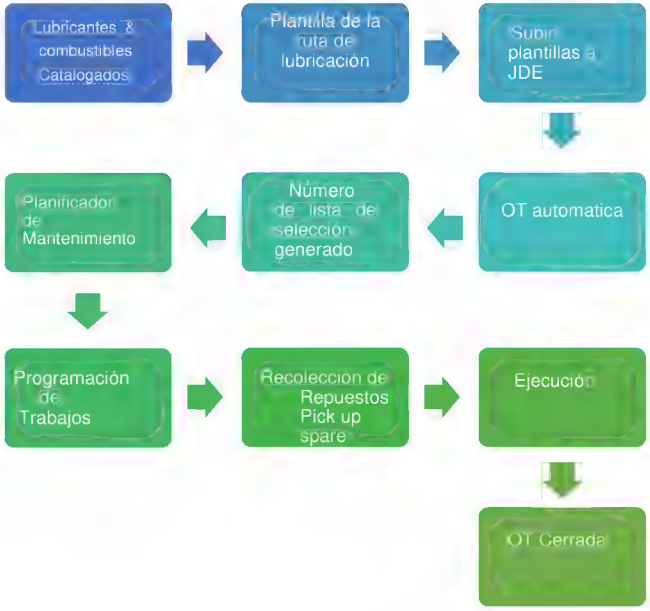
	Objetivo
	100%
Correctivo	20%
PM Preventivo	35%
PM Predictivo	45%



KPIs Actuales

ITEM	AREA	KPI	DESCRIPCION	TIPO KPI	UNIDAD	OBJETIVO
1	Costo	Costo de Mantenimiento/Arena Procesada (ton)	Costo de Mantenimiento por tonelada de arena depositada	Producción	$/T	para el Presupuesto
2	Datos del Equipo	Arena Ciclada/ Disponibilidad de Trenes de Bombeo	A través de los cuatro Trenes de Bombeo U/F de Arena tamizada	Producción	%	90
3	Ejecución	Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo	Basado en las tareas de MP planificadas para la semana	Calidad/Valor	%	100
4	Costo	Costos vs presupuesto	Costos generales del Departamento vs presupuesto	Producción	$	Presupuesto
5	Datos del Equipo	Disponibilidad	Disponibilidad de varias piezas de equipo incluyendo clasificación del tiempo de inactividad. Lista de equipo prioritario	Producción	%	O/F Pump: 66% Gland Water Pump: 90% U/F Pump 1 stage: 50% Others: 80%
6	Datos del Equipo	Tiempo medio entre fallos	MTBF es el tiempo promedio entre fallas para un sistema reparable con una tasa de fallo constante.	Producción	Hrs	Nunca antes del próximo MP
7	Ejecución	Retraso	Retraso de mantenimiento en número de tareas.	Producción	# Tareas	0
8	Ejecución	Deuda de Mantenimiento	Horas de trabajo de mantenimiento solicitadas, pero no completadas, atrasado	Producción	Hrs	0
9	Ejecución	Cumplimiento del Plan	Cumplimiento con actividades semanales planificadas (MP y actividades correctivas programadas)	Calidad/Valor	%	100%
10	Ejecución	Carga de Trabajo Total	Utilización del personal (debe tener exceso de capacidad para necesidades emergentes)	Producción	Hrs	>80%
11	Ejecución	Finalización del Plan de Entrenamiento	Rastreo de cumplimiento con el plan de entrenamiento	Calidad/Valor	%	85
12	Planificación	Trabajo correctivo	Trabajo correctivo de emergencia que debe ser atendido debido al peligro de un apagado de la planta.	Calidad/Valor	%	20%
13	Planificación	Planificación de la Fuerza de Trabajo	Porcentaje de capacidad planificada prevista hombre-hora	Calidad/Value	%	80%
14	Planificación	Tasa Preventivo vs correctivo	Tasa de mantenimiento preventivo vs correctivo.	Calidad/Valor	Tasa	80% Preventivo
15	Apagado	Duración del Apagado	Duración del apagado	Producción	Hrs	Para el Plan
16	Apagado	Finalización de la tarea de Apagado	Finalización de la tarea de apagado	Producción	% de plan	100%
17	Suministro	Ordenes de Trabajo no recogidas	Ordenes de Trabajo no recogidas de la bodega.	Calidad/Valor	%	0%
18	Suministro	Retornos	Materiales regresados a la bodega	Calidad/Valor	#	0%
19	Optimización	Proyectos de Optimización	Número de proyectos de fiabilidad en marcha / proyectos cerrados el mes pasado.	Calidad/Valor	#/#	TBD

Piezas de Repuesto, Lubricantes, Consumibles



Requisitos

Revisión de la estrategia de Mantenimiento, Planta de Arena Tamizada

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Propuesta	Riesgo	Ventajas
1. Contrato de servicio para trasformadores de alto voltaje, inspecciones y revisión.	Pérdida de disponibilidad de la planta de Arena tamizada.	Costo fijo de mantenimiento.
2. Contrato de servicio para renta de grúas para el movimiento de grandes tuberías.	Pérdida de tiempo para el desarrollo de playa.	Administración del tiempo y ejecución
3. Personal de mantenimiento hará turnos rotativos	Pérdida de Disponibilidad	Aumento de la disponibilidad SCP con soporte de mantenimiento 24 horas/7 días

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Mantenimiento Predictivo, Preventivo & Correctivo

Flota Minera y MSA

MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PREDICTIVO Y CORRECTIVO (cambio de componentes)

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.
Cobre Panamá

Planes para la Gestión de Activos - Estrategias

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Estrategias de Mantenimiento – Palas Eléctricas P&H 4100XPC AC

4. Estrategia para programación de tiempo de Inactividad					
4.1 Consideraciones para un tiempo de inactividad programado					
El programa de tiempo de inactividad programado consiste de tareas de Mantenimiento Preventivo (MP) y tareas de cambio de componentes (CC). Las tareas para el tiempo de inactividad programado para el activo son detalladas aquí abajo					
Tarea	Frecuencia	Duración	Tipo	Responsabilidad	Cronometraje
Inspección Diaria	Turno	20 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Semanalmente 1 inspección y GET	4 semanalmente	2 horas	MP	Mantenimiento	Inspección Planificada
Semanalmente 2 inspección y GET	4 semanalmente	2 horas	MP	Mantenimiento	Inspección Planificada
Inspección Antes de Servicio y GET	4 semanalmente	4 horas	MP	Mantenimiento	Inspección Planificada
Servicio PM (4 -Pasos en 500 horas)	4 semanalmente	16 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Inspección semi-anual	6 semanalmente	16 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio del Sistema de Extinción de Incendios	Anualmente	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio del Sistema de Extinción de Incendios	6 mensualmente	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Cambios en la cuerda de la grúa Cuerda de cazo azul y roja	5,500,000 ton	5 horas	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Cambio en la cazoleta del eje del ecualizador	15,000,000 ton	24 horas	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Bujes de caución de la cazoleta	10,000,000 ton	24 horas	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Gestión y reparación de la cazoleta	30,000,000 ton	24 horas	CC	Mantenimiento	C/O Planificado y Reparado
Apagado a las 12,500 horas	12,500 horas	152 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 25,000 horas	25,000 horas	366 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 37,500 horas	37,500 horas	460 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 50,000 horas	50,000 horas	1040 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado

Estrategias de Mantenimiento – Camión Liebherr T284

4. Estrategia para programación de tiempo de Inactividad					
4.1 Consideraciones para un tiempo de inactividad programado					
El programa de tiempo de inactividad programado consiste de tareas de Mantenimiento Preventivo (MP) y tareas de cambio de componentes (CC). Las tareas para el tiempo de inactividad programado para el activo son detalladas aquí abajo					
Tarea	Frecuencia	Duración	Tipo	Responsabilidad	Cronometraje
Inspección Diaria	Turno	20 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Semanalmente 1 inspección y GET	4 semanalmente	2 horas	MP	Mantenimiento	Inspección Planificada
Semanalmente 2 inspección y GET	4 semanalmente	2 horas	MP	Mantenimiento	Inspección Planificada
Inspección Antes de Servicio y GET	4 semanalmente	4 horas	MP	Mantenimiento	Inspección Planificada
Servicio PM (4 -Pasos en 500 horas)	4 semanalmente	16 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Inspección semi-anual	6 semanalmente	16 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio del Sistema de Extinción de Incendios	Anualmente	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio del Sistema de Extinción de Incendios	6 mensualmente	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Cambios en la cuerda de la grúa Cuerda de cazo azul y roja	5,500,000 ton	5 horas	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Cambio en la cazoleta del eje del ecualizador	15,000,000 ton	24 horas	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Bujes de caución de la cazoleta	10,000,000 ton	24 horas	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Gestión y reparación de la cazoleta	30,000,000 ton	24 horas	CC	Mantenimiento	C/O Planificado y Reparado
Apagado a las 12,500 horas	12,500 horas	152 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 25,000 horas	25,000 horas	366 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 37,500 horas	37,500 horas	460 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 50,000 horas	50,000 horas	1040 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Estrategia de Mantenimiento – Cargador de Ruedas LeTourneau L235

4. Estrategia para programación de tiempo de Inactividad					
4.1 Consideraciones para un tiempo de inactividad programado					
El programa de tiempo de inactividad programado consiste de tareas de Mantenimiento Preventivo (MP) y tareas de cambio de componentes (CC). Las tareas para el tiempo de inactividad programado para el activo son detalladas aquí abajo					
Tarea	**Frecuencia**	**Duración**	**Tipo**	**Responsabilidad**	**Cronometraje**
Inspección Diaria	Diariamente	15 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Monitoreo de Llantas y cadenas	Semanalmente	30 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Gestión GET de cubos	Semanalmente	2 hrs	MP	Mantenimiento	Cuando se requiera
Inspección semanal	Semanalmente	4 hrs	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Inspección de servicio	4 semanalmente	2 hrs	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio PM (8-Pasos)	4 semanalmente	12 hrs	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Reparación General Programada	4 semanalmente	6 hrs	MP	Mantenimiento	De Inspección Previa al Servicio
Gestión de la Reparación de Cubos	3 mensualmente	24 hrs	MP	Mantenimiento	Basado en Condiciones
Apagado a las 8,000 horas	8,000 horas	60 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 12,000 horas	12,000 horas	160 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 24,000 horas	24,000 horas	192 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado a las 60,000 horas	60,000 horas	240 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Estrategias de Mantenimiento – Excavador Hidráulico Liebherr R9350

4. Estrategia para programación de tiempo de Inactividad					
4.1 Consideraciones para un tiempo de inactividad programado					
El programa de tiempo de inactividad programado consiste de tareas de Mantenimiento Preventivo (MP) y tareas de cambio de componentes (CC). Las tareas para el tiempo de inactividad programado para el activo son detalladas aquí abajo					
Tarea	**Frecuencia**	**Duración**	**Tipo**	**Responsabilidad**	**Cronometraje**
Inspección Diaria[1]	Diariamente	15 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Realizar termografía NDT	250 horas	4 horas	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado
Lavado de Máquinas	2 semanalmente	3 hrs	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado
Servicio de MP (8 pasos a 250 horas)	2 semanalmente	12 hrs	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado
Reparacion General Programada	2 semanalmente	4 hrs	MP	Mantenimiento	
Reemplazo GET	250 horas	6 hrs	MP	Mantenimiento	Oportuno/Mantenimiento Planificado
Inspección del tren de aterrizaje	500 horas	3 hrs	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado/en condición con la inspección >5000 horas de vida
Inspección del tren de aterrizaje	1000 horas	3 hrs	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado/en condición con la inspección <5000 horas de vida
Soldadura Menor para el Mantenimiento del Cubo	250 horas	6 hrs	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado/en condición con la inspección <3000 horas de vida
Soldadura Menor para el Mantenimiento del Cubo	250 horas	12 hrs	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado/en condición con la inspección >3000 horas de vida
Válvula de Pestaña y Juego de Inyectores	2,000 horas	12 hrs	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado/OEM
Servicio de Sistema de Detección de Incendio/Certificación	Anualmente	12 hrs	MP	Mantenimiento	Componentes Planificado
Cambio de Cubos – CCM	4,000 horas	12 hrs	MP	Mantenimiento	Componentes Planificado-PCR
Apagado a las 9,000 horas	9,000 horas	119 hrs	PCR	Mantenimiento	Componentes Planificado-PCR
Apagado a las 18,000 horas	18,000 horas	564 hrs	PCR	Mantenimiento	Componentes Planificado-PCR

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Estrategias de Mantenimiento – Camión Todo Terreno-Caterpillar 777G

4. Estrategia para programación de tiempo de Inactividad					
4.1 Consideraciones para un tiempo de inactividad programado					
El programa de tiempo de inactividad programado consiste de tareas de Mantenimiento Preventivo (MP) y tareas de cambio de componentes (CC). Las tareas para el tiempo de inactividad programado para el activo son detalladas aquí abajo					
Tarea	**Frecuencia**	**Duración**	**Tipo**	**Responsabilidad**	**Cronometraje**
Inspección Diaria[1]	Diariamente	15 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Gestión de Neumaticos	Diariamente	15 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Lavado a Máquina	4 semanas	2 hrs	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio PM (8-pasos a 500 horas)	4 semanas	12 hrs	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Inspecciones antes de servicio (Entre MPs)	4 semanas	4 hrs	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Inspección de grietas en el chasis	1000 horas	2 hrs	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Prueba dinámica de frenos	4 semanas	1 hora	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio de Sistema de detección de incendio/Certificación	6 meses	8 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio de Sistema de detección de incendio/Certificación	1 año	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Rotación de Llantas	1,000 horas	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
9,000 horas. Apagado a mitad de la vida (957,919 pérdida de combustible)	9,000 horas	148 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
12,000 horas Apagado	12,000 horas	150 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
18,000 horas Apagado (1,915,833 pérdida de combustible)	18,000 horas	522 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
24,000 horas Apagado	24,000	584 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
36,000 horas apagado	36,000 hrs	720 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Estrategias de Mantenimiento – Tractor de Oruga Caterpillar D11T

4. Estrategia para programación de tiempo de Inactividad					
4.1 Consideraciones para un tiempo de inactividad programado					
El programa de tiempo de inactividad programado consiste de tareas de Mantenimiento Preventivo (MP) y tareas de cambio de componentes (CC). Las tareas para el tiempo de inactividad programado para el activo son detalladas aquí abajo					
Tarea	**Frecuencia**	**Duración**	**Tipo**	**Responsabilidad**	**Cronometraje**
Inspección Diaria[1]	Diariamente	15 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Inspección de Servicios	12 días	3 horas	MP	Mantenimiento	A medio tiempo entre servicios
Lavado a Máquina	12 días	2 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio de Mantenimiento Preventivo (8-pasos 500 horas)	24 días	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Reparaciones Generales programadas	24 días	8 hrs	MP	Mantenimiento	Reparaciones Planificadas
GET-Reemplazo de los Bordes de Cortar y Trozos finales	48 días	6 hrs	MP	Mantenimiento	Reparaciones Planificadas
GET girado – Trozos finales	24 días	6 hrs	MP	Mantenimiento	Reparaciones Planificadas
Inspección CTS	12 días	1 hora	MP	Mantenimiento	1 semana antes del servicio
INSPECCIÓN de la cuchilla - Menor	24 días	4 horas	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado de las Cuchillas
Juego de Inyectores y válvulas	10,000 hrs	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Apagado 4,000 horas – pistas giro de arbusto / cambio de cierre y rueda dentada	4,000 hrs	24 horas	MP	Mantenimiento	Componentes Planificados
Servicio de sistema de detección de fuego / Certificación	168 días	12 hrs	CC	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio de sistema de detección de fuego / Certificación	336 días	12 hrs	CC	Mantenimiento	Servicio Planificado
Cambio de cuchillas	10,000 hrs	18 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado de 10,000 horas	10,000 hrs	168 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Estrategias de Mantenimiento – Motoniveladora Caterpillar 16M3

4. Estrategia para programación de tiempo de Inactividad					
4.1 Consideraciones para un tiempo de inactividad programado					
El programa de tiempo de inactividad programado consiste de tareas de Mantenimiento Preventivo (MP) y tareas de cambio de componentes (CC). Las tareas para el tiempo de inactividad programado para el activo son detalladas aquí abajo					
Tarea	**Frecuencia**	**Duración**	**Tipo**	**Responsabilidad**	**Cronometraje**
Inspección Diaria[1]	Diariamente	15 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Gestión de neumáticos[1]	Diariamente	15 min	MP	Mantenimiento	Oportuno
Inspección de servicio	4 semanalmente	3 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Lavado a máquina	2 semanalmente	2 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Servicio de MP (8-pasos a 500 horas)	4 semanalmente	10 horas	MP	Mantenimiento	Reparaciones Planificadas
Reparación General Programada	4 semanalmente	10 horas	MP	Mantenimiento	Reparaciones Planificadas
GET – Reemplazo[2]	250 horas	5 hrs	MP	Mantenimiento	Reparaciones Planificadas
Juego de Válvulas y de Inyectores	10,000 horas	6 hora	MP	Mantenimiento	1 semana antes del servicio
Mantenimiento de Cuchillas – Menor (cambio de giro)	10,000 horas	12 horas	MP	Mantenimiento	Mantenimiento Planificado de las Cuchillas
Servicio del sistema de detección de fuego /Certificación	6,000 hrs	12 horas	MP	Mantenimiento	Servicio Planificado
Mantenimiento cambio de cuchillas	30,000 hrs	12 horas	CC	Mantenimiento	Componentes Planificados
Cambio de llantas de adelante	2,500 hrs	8 horas	CC	Mantenimiento	Servicio Planificado
Cambio de llantas de atrás	6,000 hrs	8 horas	CC	Mantenimiento	Servicio Planificado
Apagado de 10,000 horas	10,000 hrs	120 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado
Apagado de 20,000 horas	20,000 hrs	350 hrs	CC	Mantenimiento	Componentes Planificado

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.
Cobre Panamá

Ejemplos de Ordenes de Trabajo

Ejemplos de Ordenes de Trabajo

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.
Cobre Panamá

Preventiva

FAX INFO:454071:SHE-0000-002

FIRST QUANTUM — Cobre Panamá

Maintenance Work Order / Orden de Trabajo de Mantenimiento

Work Order No. / No. Orden Trabajo	454071 WM		Original Copy
Start Date / Fecha Inicio	28/09/20	Priority / Prioridad	3
Counter Reading / Lectura Medidor	11654	WO Type / Tipo Orden	PM Order
Category Code / Código Categoría	-, 015-Shovel, -, Work Order Reference, Equip /Asset Condition	Status / Estado	WO Issued & Released
		Supervisor	FRANK H ROJAS TICONA

Asset General Information / Información General Activo

Asset No No Activo	SHE-0000-00?
Manufacturer / Fabricante	Manufacturer
Model Desc / Desc Modelo	P&H 4100XPC AC
P&ID	P&ID
Parent Padre	SHE ROPE SHOVELS
Warranty / Garantía	NO

Description of problem in Work Request / Descripción del Problema

1	Perform Electrical Pre-Service

Work Order Parts / Lista de Partes

JDE Number / Numero JDE	Spare Description / Descripcion de la Parte	Op No /No.O2	Qty / Cant	Unit / Unidad

Equipment and Instructions / Equipo e Instrucciones

Perform Electrical Pre-Service
Perform Electrical Pre-Service

Tooling / Herramientas

JDE Number / Numero JDE	Spare Description / Descripcion de la Parte	Qty / Cant.	Unit / Unidad

Labor Allocated / Descripcion Mano Obra

Crew Size / No Personas	Work Center / Centro de Trabajo	OPS / Sec. Op	Est. Hours / Horas Est.
	MF EJ ME Shovel	11.00	8.00

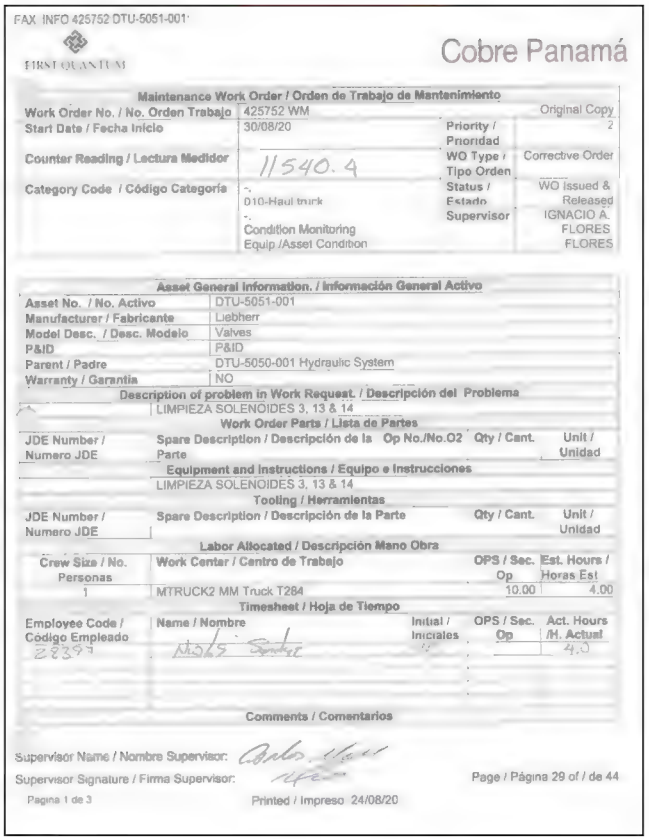
Timesheet / Hoja de Tiempo

Employee Code / Código Empleado	Name / Nombre	Initial / Iniciales	OPS / Sec. Op	Act. Hours /H. Actual
0 16648	Marlon Aguilera	MA		
	Felix Ubarte	FU		
	Jose Lezcano			

Supervisor Name / Nombre Supervisor:
Supervisor Signature / Firma Supervisor:

Página 1 de 2 — Printed / Impreso 28/09/20 — Page / Página 11 of / de 18

Predictiva



FAX INFO:425752:DTU-5051-001

FIRST QUANTUM — Cobre Panamá

Maintenance Work Order / Orden de Trabajo de Mantenimiento

Work Order No. / No. Orden Trabajo	425752 WM		Original Copy
Start Date / Fecha Inicio	30/08/20	Priority / Prioridad	2
Counter Reading / Lectura Medidor	11540.4	WO Type / Tipo Orden	Corrective Order
Category Code / Código Categoría	-, 010-Haul truck, -, Condition Monitoring, Equip /Asset Condition	Status / Estado	WO Issued & Released
		Supervisor	IGNACIO A. FLORES FLORES

Asset General Information. / Información General Activo

Asset No. / No. Activo	DTU-5051-001
Manufacturer / Fabricante	Liebherr
Model Desc. / Desc. Modelo	Valves
P&ID	P&ID
Parent / Padre	DTU-5050-001 Hydraulic System
Warranty / Garantía	NO

Description of problem in Work Request. / Descripción del Problema

	LIMPIEZA SOLENOIDES 3, 13 & 14

Work Order Parts / Lista de Partes

JDE Number / Numero JDE	Spare Description / Descripción de la Parte	Op No./No.O2	Qty / Cant.	Unit / Unidad

Equipment and Instructions / Equipo e Instrucciones

LIMPIEZA SOLENOIDES 3, 13 & 14

Tooling / Herramientas

JDE Number / Numero JDE	Spare Description / Descripción de la Parte	Qty / Cant.	Unit / Unidad

Labor Allocated / Descripción Mano Obra

Crew Size / No. Personas	Work Center / Centro de Trabajo	OPS / Sec. Op	Est. Hours / Horas Est
1	MTRUCK2 MM Truck T284	10.00	4.00

Timesheet / Hoja de Tiempo

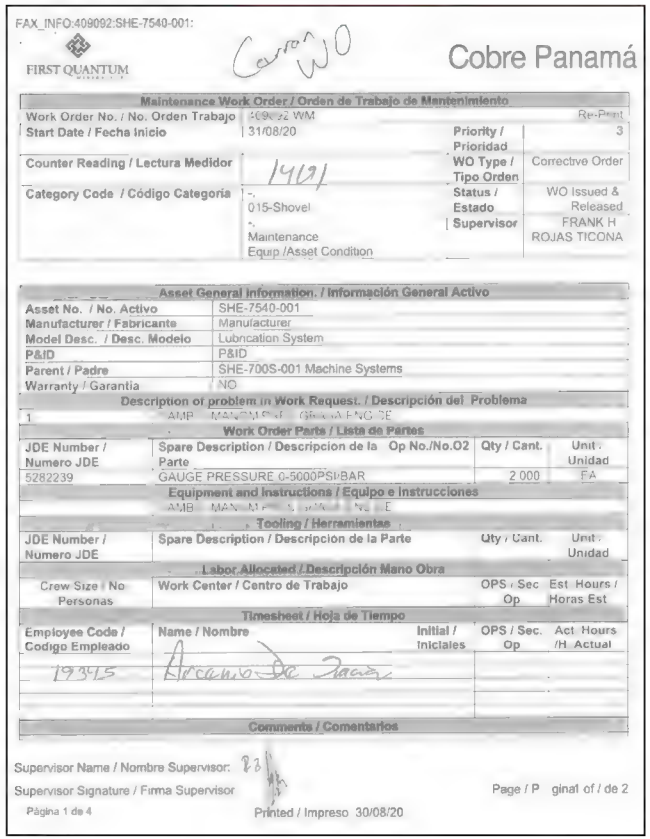
Employee Code / Código Empleado	Name / Nombre	Initial / Iniciales	OPS / Sec. Op	Act. Hours /H. Actual
28397	Nicks Sanchez			4.0

Comments / Comentarios

Supervisor Name / Nombre Supervisor:
Supervisor Signature / Firma Supervisor:

Página 1 de 3 — Printed / Impreso 24/08/20 — Page / Página 29 of / de 44

Correctiva



FAX_INFO:409092:SHE-7540-001:

FIRST QUANTUM — Cobre Panamá

Maintenance Work Order / Orden de Trabajo de Mantenimiento

Work Order No. / No. Orden Trabajo	409092 WM		Re-Print
Start Date / Fecha Inicio	31/08/20	Priority / Prioridad	3
Counter Reading / Lectura Medidor	14021	WO Type / Tipo Orden	Corrective Order
Category Code / Código Categoría	-, 015-Shovel, -, Maintenance, Equip /Asset Condition	Status / Estado	WO Issued & Released
		Supervisor	FRANK H ROJAS TICONA

Asset General Information. / Información General Activo

Asset No. / No. Activo	SHE-7540-001
Manufacturer / Fabricante	Manufacturer
Model Desc. / Desc. Modelo	Lubrication System
P&ID	P&ID
Parent / Padre	SHE-700S-001 Machine Systems
Warranty / Garantía	NO

Description of problem in Work Request. / Descripción del Problema

1	AMP MANOMETRO GRASA NO SE

Work Order Parts / Lista de Partes

JDE Number / Numero JDE	Spare Description / Descripcion de la Parte	Op No./No.O2	Qty / Cant.	Unit / Unidad
5282239	GAUGE PRESSURE 0-5000PSI/BAR		2.000	EA

Equipment and Instructions / Equipo e Instrucciones

AMP MANOMETRO NO SE

Tooling / Herramientas

JDE Number / Numero JDE	Spare Description / Descripcion de la Parte	Qty / Cant.	Unit / Unidad

Labor Allocated / Descripción Mano Obra

Crew Size / No Personas	Work Center / Centro de Trabajo	OPS / Sec Op	Est Hours / Horas Est

Timesheet / Hoja de Tiempo

Employee Code / Codigo Empleado	Name / Nombre	Initial / Iniciales	OPS / Sec. Op	Act. Hours /H. Actual
19345	Alexander De Jaen			

Comments / Comentarios

Supervisor Name / Nombre Supervisor:
Supervisor Signature / Firma Supervisor

Página 1 de 4 — Printed / Impreso 30/08/20 — Page / P ginal of / de 2

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.
Cobre Panamá

Planes de mantenimiento correctivo

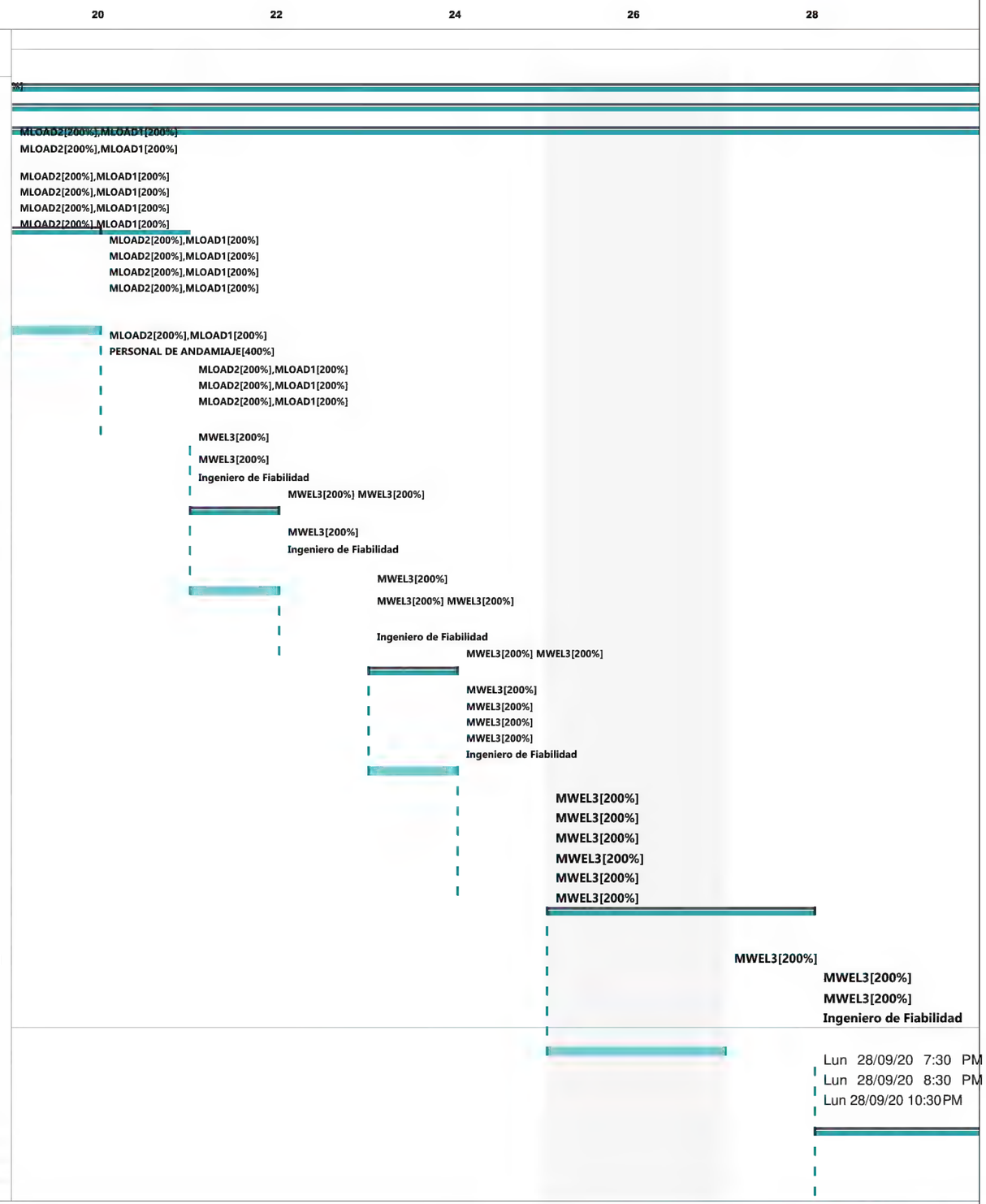
PLAN DE MANTENIMIENTO SEMANAL DE SOLDADURA

DESDE EL 21de Septiembre al 04 de Octubre 2020

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

ID	Task Mode	Work Number	Task Description	Duracion	Inicia	Termina
			+02 WEEKS MAINTENANCE PLAN WELDING	492 horas	Lun 14/09/20 8:00 AM	Dom4/10/208:00PM
1			RF Transition Gusset Installation Summary - WLL001 EJECUCION	15.59 días	Sab19/09/20 7:00 AM	Dom4/10/209:10PM
87			DE TRABAJOS	15.41 días	Sab19/09/20 7:00 AM	Dom 04/10/204:50 PM
88		L2350	**PASO -1**	**0.16 días**	**Sab19/09/20 7:00 AM** Sab 19/09/207:00 AM	**Sab19/09/20 10:50 AM** Sab 19/09/208:00 AM
89			LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO Y ZONA DE TRABAJO	1 hora		
90		445336				
91		445336	POSICIONAR EL BALDE BLOQUEAR EL	1.5 hora 1	Sab 19/09/20 8:00 AM	Sab 19/09/20 9:30 AM
92		445336	EQUIPO	hora	Sab19/09/20 9:30 AM	Sab19/09/20 10:30 AM **Lun**
93			**PASO -2**	**1.86 días**	**Sab19/09/20 10:30 AM** Sab 19/09/20 10:30 AM Sab	**21/09/20 7:08 AM** Sab 19/09/20 2:30 PM
94		445336	REMOVER ESCALERA DE PASO DE ENERGIA R427687 REMOVER	4horas		
95		445336	PLATAFORMA DE ESTRUCTURA R4275792 REMOVER LA SECCION DE	4horas	19/09/20 3:30 PM Sab19/09/20 8:30 PM	Sab19/09/20 7:30 PM Dom 20/09/20 12:30 Dom20/09/20
96		445336	ESCALERA R4272683 REMOVER LA PLATAFORMA R4272695	4horas		
97		445336	DESMONTAR PANEL ELECTRICO BASTIDOR RH REMOVER	4horas	Dom20/09/20 1:30 AM Dom20/09/20 6:30 AM	5:30 AM Dom20/09/20 8:30 AM Dom20/09/2010:30 AM
98		445336	TUBERIA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE CABLES ELECTRICOS	2horas		
99		445336	DE BATERIA	2horas	Dom20/09/20 8:30 AM Dom20/09/2010:30 AM	Dom20/09/20 4:30 PM Dom20/09/2010:30 PM
100		445336	DESMONTAR ENFRIADOR HYD BASTIDOR TRACERO RH	6horas	Dom 20/09/20 6:30 PM	
101				4horas		
102		445336	REMOVER/CUBRIR PARTES ELECTRICAS BASTIDOR TRACERO LH (ZONA 4 horas		Dom20/09/2010:30 PM	Lun21/09/202:30AM
103		445336	INTALAR ANDAMIOS	4 horas	Dom21/09/203:30AM	Lun21/09/207:30AM
104		445336	REMOVER EL CONJUNTO DE RELLENO DE COMBUSTIBLE, REEMPLACE C 1 hora REMOVER EL SOPORTE		Dom21/09/20 8:30 AM	Lun21/09/209:30 AM Lun
105		445336	DELFILTRODECOMBUSTIBLEINFERIORDELM 1hora UNBOLT RH ENGINE INTERFACE CABINET, LOWER		Dom21/09/20 9:30 AM Lun	21/09/2010:30AM Lun
106		445336	AND COVER CABINET 1 hora		21/09/2010:30AM	21/09/2011:30AM
107			**PASO -3**	**1.66 días**	**Lun 21/09/20 11:30AM**	**Mie23/09/20 3:20 AM**
108		445336	INSTALACION DE EQUIPO DE SEGURIDAD (WELD)	1 hora	Lun 21/09/20 11:30AM	Lun21/09/2012:30PM
109		445336	ESMERILE Y QUITE LA PINTURA EN LAS ÁREAS DE TRANSICIÓN DEL MAR2horas		Lun21/09/201:30PM	Lun21/09/203:30PM
110		445336	INSPECCIÓN PREVIA (ULTRASONIDO) TRANSICION RH REPARACION DE	1 hora	Lun 21/09/20 3:30 PM Lun	Lun 21/09/20 4:30 PM Mar
111		445336	FISURA EN CHASIS POSTERIOR RH POS ENFRIAMIENTO CHASIS	16 horas	21/09/20 4:30 PM Mar	22/09/20 8:30 AM Mar
112		445336	POSTERIOR RH	4 horas	22/09/20 11:30 AM	22/09/20 3:30 PM
113		445336	RETIRO DE RUN ON/OFF + ESMERILADO Y ACABADO DE LA ZONA REPA 6horas INSPECCIÓN PREVIA		Mar 22/09/20 4:30 PM Mie	Mar 22/09/20 10:30 PM Mie
114		445336	(PENETRANTE VISUAL, PM Y UT) TRANSICIONES RH1 hora		23/09/20 7:00 AM	23/09/20 8:00 AM
115			**PASO -4**	**1.75 días**	**Mie 23/09/20 9:30 AM**	**Vie25/09/20 3:30 AM**
116		445336	INSTALACION DE EQUIPO DE SEGURIDAD (WELD)	1 hora	Mie 23/09/20 9:30 AM	Mie 23/09/20 10:30 AM
117		445336	PRECALIENTE EL ÁREA DE TRANSICIÓN LH, HAGA QUITAR 2 CADA ALM 2horas ESMERILE Y QUE LA		Mie 23/09/20 10:30 AM Mie	Mie 23/09/20 12:30 PM Mie
118		445336	PINTURA EN LAS ÁREAS DE TRANSICIÓN DEL MAR2horas		23/09/20 1:30 PM	23/09/20 3:30 PM
119		445336	INSPECCIÓN PREVIA (ULTRASONIDO) TRANSICION LH REPARACION DE	1 hora	Mie 23/09/20 3:30 PM Mie	Mie23/09/20 4:30 PM Jue
120		445336	FISURA EN CHASIS POSTERIOR LH POS ENFRIAMIENTO CHASIS	16 horas	23/09/20 4:30 PM Jue	24/09/20 8:30 AM Jue
121		445336	POSTERIOR LH	4 horas	24/09/20 11:30 AM	24/09/20 3:30 PM
122		445336	RETIRO DE RUN ON/OFF + ESMERILADO Y ACABADO DE LA ZONA REPA 6horas INSPECCIÓN PREVIA		Jue 24/09/20 4:30 PM Jue	Jue 24/09/20 10:30 PM
123		445336	(PENETRANTE VISUAL, PM Y UT) TRANSICIONES LH 2 horas RECORTE, ESMERILE, MODIFIQUE EL CANAL Y		24/09/20 11:30 PM	Vie25/09/20 1:30 AM
124		445336	SOLDAR STEP LH DE ACU 2 horas MUEVA TORNILLOS DE PADS R4211789/R4271814 EN STEPS, TACK		Vie25/09/20 2:30 AM	Vie25/09/20 4:30 AM
125		445336	GUS1 hora MT (PARTICULA MAGNÉTICA) SOLDADA EN PERNOS DE PADS Y GUSSET 1 hora		Vie25/09/20 4:30 AM	Vie25/09/20 5:30 AM
126		445336			Vie25/09/20 7:00 AM	Vie25/09/20 8:00 AM
127			**PASO -5**	**2.95 días**	**Vie25/09/20 11:30 AM**	**Lun28/09/20 10:18 AM**
128		445335	MARCA LA UBICACIÓN DE LOS BASTIDORES TRASEROS RH R4296630 SE 1 hora PRECALIENTE Y SUELDE 2		Vie25/09/20 11:30 AM	Vie25/09/20 12:30 PM
129		445335	EACH ALIGNMENT SUPPORT TABS ON RH GUSSE1 hour PREPARAR LOS GUSSETS RH EN LA		Vie25/09/20 1:30 PM	Vie25/09/20 2:30 PM
130		445335	UBICACIÓN DE ACUERDO CON EL DI 2 hours		Vie25/09/20 2:30 PM	Vie25/09/20 4:30 PM
131		445335	RECTIFICACION DE BISEL	2 hrs	Vie25/09/20 4:30	Vie25/09/20 6:30
132		445335	PRECALIENTE Y PUNTE CON SOLDADURA GUSSETS RH	1 hora	PM Vie25/09/20	PM Vie25/09/20
133		445335	PREHEAT AND TACK WELD RUN OFF TABS	1 hora	7:30 PM Vie25/09/20 8:30 PM	8:30 PM Vie25/09/20 9:30 PM
134		445335	PREHEAT AND WELD ID TAG R4274501 IN NEW LOCATION ACCORDING	50 horas	Vie25/09/20 9:30PM	Dom27/09/20 11:30 PM
135		445335	REMOVE RUNOFF TABS, AND POST HEAT RH REAR FRAME GUSSETS R4	1 hora	Lun28/09/20 9:30 AM	Lun28/09/20 10:30 AM
136		445335	ACABADO DE PUNTAS DE TERMINACION DE GUSSETS RH	5 horas	Lun28/09/20 10:30 AM	Lun28/09/20 3:30 PM
137		445335	INSPECCIÓN POSTERIOR A 48 HORAS - NDT'S (VISUAL, PARTICULA MAG	1 hora	Lun28/09/20 4:30 PM	Lun28/09/20 5:30 PM
138			**PASO -6**	**3.25 días**	**Lun28/09/20 6:30 PM**	**Vie02/10/20 12:30 AM**
139		445335	MARCA LA UBICACIÓN DE LOS BASTIDORES TRASEROS LH R4296630 SE	1 hora	Lun 28/09/20 6:30 PM	
140		445335	PRECALIENTE Y SUELDE LOS 2 SOPORTES DE ALINEAMIENTO ON LH GUSSE	1 hora	Lun 28/09/20 7:30 PM	
141		445335	PREPARAR LOS GUSSETS LH EN LA UBICACIÓN DE ACUERDO CON EL DI	2horas	Lun 28/09/20 8:30 PM	



MWEL3[200%]

MWEL3[200%]

MWEL3[200%]

B

By Planning Team

1

FIRST QUANTUM MINERALS - COBRE PANAMA PROJECT

WEEKLY MAINTENANCE PLAN OF WELDING
FROM 21th September 04th October 2020

Cobre Panamá

ID	Task Mod	W.O.	Unit Number	Task Description	Duration	Start	Finish
142		445335		RECTIFICACION DE BISEL	1 hour	Mon 28/09/20 10:30 PM	Mon 28/09/20 11:30 PM
143		445335		PRECALIENTE Y PUNTE CON SOLDADURA GUSSETS LH	1 hour	Mon 28/09/20 11:30 PM	Tue 29/09/20 12:30 AM
144		445335		PREHEAT AND TACK WELD RUN OFF TABS	1 hour	Tue 29/09/20 1:30 AM	Tue 29/09/20 2:30 AM
145		445335		PREHEAT AND WELD ID TAG R4274501 IN NEW LOCATION ACCORDING	1 hour	Tue 29/09/20 2:30 AM	Tue 29/09/20 3:30 AM
146		445335		PRECALIENTE, SUELDE , RETIRE TABLAS DE RUNOFF Y POSTEE HEAT LH REAR FR	50 hours	Tue 29/09/20 3:30 AM	Thu 01/10/20 5:30 AM
147		445335		ACABADO DE PUNTAS DE TERMINACION DE GUSSETS LH	4 hours	Thu 01/10/20 3:30 PM	Thu 01/10/20 7:30 PM
148		445335		INSPECCIÓN POSTERIOR A 48 HORAS - NDT'S (VISUAL, PARTICULA MAG	1 hour	Fri 02/10/20 7:00 AM	Fri 02/10/20 8:00 AM
149				**PASO -6**	**3.55 days**	**Fri 02/10/20 8:00 AM**	**Mon 05/10/20 9:12 PM**
150		445336		NDT'S (VISUAL, PARTICULA MAGNETIC O PENETRANTE DYE) BO	1 hour	Fri 02/10/20 8:00 AM	Fri 02/10/20 9:00 AM
151		445336		MODIFICAR ESTRUCTURAS REMOVIDAS PARA SU INSTALACION	32 hours	Fri 02/10/20 9:00 AM	Sat 03/10/20 5:00 PM
152		445336		INSTALAR PASOS R4275791 PERNOS DEL MARCO TRASERO R42117789& R42	4 hours	Sat 03/10/20 11:00 PM	Sun 04/10/20 3:00 AM
153		445336		INSTALAR PASO DE ENERGIA A LA PLATAFORMA DE PASO	4 hours	Sun 04/10/20 4:00 AM	Sun 04/10/20 8:00 AM
154		445336		INSTALAR ESCALERAS Y PLATAFORMA DE PASARELA	4 hours	Sun 04/10/20 9:00 AM	Sun 04/10/20 1:00 PM
155		445336		INSTALAR PANEL ELECTRICO BASTIDOR RH	2 hours	Sun 04/10/20 2:00 PM	Sun 04/10/20 4:00 PM
156		445336		INSTALAR TUBERIA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE	2 hours	Sun 04/10/20 4:00 PM	Sun 04/10/20 6:00 PM
157		445336		INSTALAR CABLES ELECTRICOS DE BATERIA	6 hours	Sun 04/10/20 7:00 PM	Mon 05/10/20 1:00 AM
158		445336		INSTALAR ENFRIADOR HYD BASTIDOR TRACERO RH	4 hours	Mon 05/10/20 2:00 AM	Mon 05/10/20 6:00 AM
159		445336		INSTALAR PARTES ELECTRICAS BASTIDOR TRACERO LH (ZONA DE REPA	4 hours	Mon 05/10/20 7:00 AM	Mon 05/10/20 11:00 AM
160		445336		INSTALAR EL CONJUNTO DE RELLENO DE COMBUSTIBLE, REEMPLACE C	1 hour	Mon 05/10/20 11:00 AM	Mon 05/10/20 12:00 PM
161		445336		INSTALAR EL SOPORTE DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE INFERIOR DEL MO	1 hour	Mon 05/10/20 1:00 PM	Mon 05/10/20 2:00 PM
162		445336		INSTALAR DESATORNILLAR EL GABINETE DE INTERFAZ DEL MOTOR RH , INFERIOR Y CALA	1 hour	Mon 05/10/20 2:00 PM	Mon 05/10/20 3:00 PM
163		445336		REMOVER ANDAMIOS	4 hours	Mon 05/10/20 3:00 PM	Mon 05/10/20 7:00 PM
164		445336		FABRICAR Y SOLDAR EL SOPORTE DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE INFERIOR DEL MARCO TRASERO (STR FU	2 hours	Mon 05/10/20 8:00 PM	Mon 05/10/20 10:00 PM
165		445336		LOCALIZAR Y SOLDAR 2 BLOQUES DE PERNOS CADA UNO (R0576803) PARA EL FILTRO DE COMBUSTIBLE	1 hour	Mon 05/10/20 10:00 PM	Mon 05/10/20 11:00 PM
166		445336		MONTAR EL NUEVO SOPORTE DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE FABRICADO EN EL MARCO TRASERO	1 hour	Mon 05/10/20 11:00 PM	Tue 06/10/20 12:00 AM
167		445336		COLOCAR LOS FILTROS DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR INFERIOR EN EL FILTRO DE COMBUSTIBLE RECIEN INSTALADO	1 hour	Tue 06/10/20 1:00 AM	Tue 06/10/20 2:00 AM
168		445336		REUBICAR EL GABINETE DE LA INTERFAZ DEL MOTOR Y ASEGURAR	1 hour	Tue 06/10/20 2:00 AM	Tue 06/10/20 3:00 AM
169		445336		PINTAR TODAS LAS AREAS REPARADAS	2 hours	Tue 06/10/20 3:00 AM	Tue 06/10/20 5:00 AM
170		L2350		PRUEBAS Y AJUSTES FINALES	0.18 days	Tue 06/10/20 5:00 AM	Tue 06/10/20 9:19 AM
171		445336		CALIBRACION Y AJUSTES	3 hours	Tue 06/10/20 5:00 AM	Tue 06/10/20 8:00 AM
172		445336		ENTREGA DE EQUIPO	1 hour	Tue 06/10/20 9:00 AM	Tue 06/10/20 10:00 AM
15		R9100 LIEB	EX065	EX065 PM5	28 hours	Mon 21/09/20 7:00 AM	Tue 22/09/20 11:00 AM
16		443033	EX065	INSPECCION NDT – BALDE	1 hour	Tue 22/09/20 1:00 AM	Tue 22/09/20 2:00 AM
17		392774	EX065	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 hours	Tue 22/09/20 2:00 AM	Tue 22/09/20 10:00 AM
173		T284	DTU-004	PM7+ BACKLOG - REP. PARCIAL DE TOLVA	43 hours	Mon 21/09/20 7:00 AM	Wed 23/09/20 2:00 AM
174		447454	DTU-004	REPARAR FISURA POST INF TOLVA	24 hours	Mon 21/09/20 7:00 PM	Tue 22/09/20 7:00 PM
61			SHE001	PRE -SERVICE + INSPECCION DE LA CUERDA DE ELEVACIÓN	6 hours	Mon 21/09/20 8:00 AM	Mon 21/09/20 2:00 PM
62		448104	SHE001	Inspeccion del Balde	1 hour	Mon 21/09/20 9:00 AM	Mon 21/09/20 10:00 AM
63		448105	SHE001	Trabajos de Soldadura	2 hours	Mon 21/09/20 9:00 AM	Mon 21/09/20 11:00 AM
175		T284	DTU-019	REPARACIÓN DE LA CARROCERÍA DEL BASURERO, PREPARACIÓN DE LA CLAVIJA DE ARRASTRE, EJE D	60.5 hours	Mon 21/09/20 8:00 AM	Wed 23/09/20 8:30 PM
176		448797	DTU-019	REPARACION DE FIS PIN DE LA CLAVIJA DE ARRASTRE, EJE D	12 hours	Mon 21/09/20 8:00 AM	Mon 21/09/20 8:00 PM
177		448797	DTU-019	REPARACION DE FIS PIN DE LA CLAVIJA DE ARRASTRE, EJE D	12 hours	Mon 21/09/20 8:00 PM	Tue 22/09/20 8:00 AM
178			DTU-019	REPARACION DE COLA DE TOLVA	36 hours	Tue 22/09/20 8:00 AM	Wed 23/09/20 8:00 PM
4		320DL	EX054	PM2	22.5 hours	Mon 21/09/20 10:00 AM	Tue 22/09/20 8:30 AM
5		431860	EX054	C/ DE BASE Y EXTINTOR	1 hour	Mon 21/09/20 11:00 AM	Mon 21/09/20 12:00 PM
6		D10T	DZT-007	PM2	18 hours	Tue 22/09/20 7:00 AM	Wed 23/09/20 1:00 AM
7		434451	DZT-007	Reparar e Instalar Gets	3 hours	Tue 22/09/20 10:00 AM	Tue 22/09/20 1:00 PM
18		R9350 LIEB	EXL-003	PRE SERVICE	4 hours	Tue 22/09/20 7:00 AM	Tue 22/09/20 11:00 AM

19		R9350	LIEB	EXL-003	INSPECCION NDT - BALDE	1 hour	Tue 22/09/20 7:00 AM	Tue 22/09/20 8:00 AM	
13		**PV271E**	**EP**	**DRE005**	**INSPECCIÓN SEMANAL 1**	**4 hours**	**Tue 22/09/20 3:00 PM**	**Tue 22/09/20 7:00 PM**	
14		430383		DRE005	C/LLAVE DE PISO	2 hours	Tue 22/09/20 4:00 PM	Tue 22/09/20 6:00 PM	
188		447062		269-CT-0023	SOLDADURA DE ENSAMBLAJE DE LA BASE	16 horas	Wed 23/09/20 6:00 AM	Wed 23/09/20 10:00 PM	
20		**R9100**	**LIEB**	**EX064**	**EX064 PM7**	**18 horas**	**Wed 23/09/20 7:00 AM**	**Thu 24/09/20 1:00 AM**	
21		443217		EX064	INSPECCION NDT - BALDE	1 hora	Wed 23/09/20 9:00 AM	Wed 23/09/20 10:00 AM	
22		443220		EX064	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 horas	Wed 23/09/20 10:00 AM	Wed 23/09/20 6:00 PM	
23		**386564**		**EX064**	**C/ CASQUILL/PASAD CYL LEVN RH**	**6 horas**	**Wed 23/09/20 5:00 PM**	**Wed 23/09/20 11:00 PM**	

MWEL3
MWEL3[200%]
MEXE1[300%],MWEL3

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

FIRST QUANTUM MINERALS - COBRE PANAMA PROJECT
WEEKLY MAINTENANCE PLAN OF WELDING
FROM 21th September 04th October 2020

Cobre Panamá

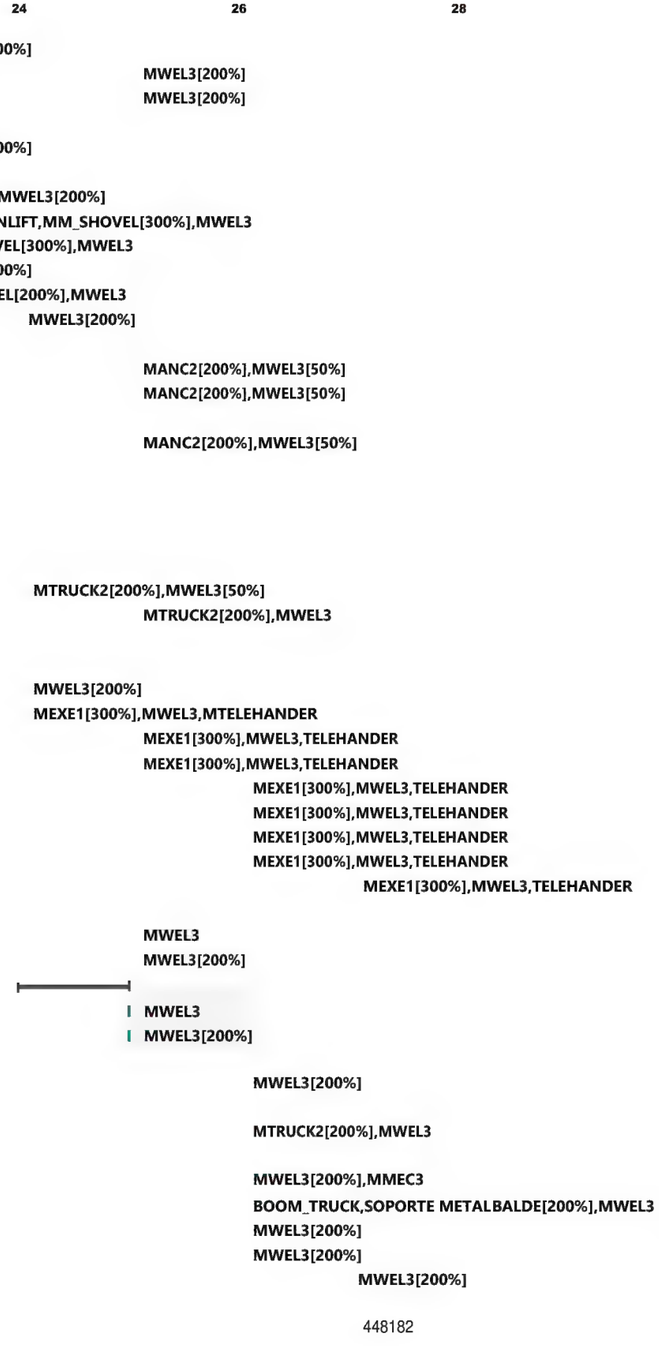
ID	Task Mode	WO	Unit Number	Task Description	Duration	Start	Finish
142		445335		RECTIFICACION DE BISEL	1 hour	Mon 28/09/20 10:30 PM	Mon 28/09/20 11:30 PM
143		445335		PRECALIENTE Y PUNTE CON SOLDADURA GUSSETS LH	1 hour	Mon 28/09/20 11:30 PM	Tue 29/09/20 12:30 AM
144		445335		PREHEAT AND TACK WELD RUN OFF TABS	1 hour	Tue 29/09/20 1:30 AM	Tue 29/09/20 2:30 AM
145		445335		PREHEAT AND WELD ID TAG R4274501 IN NEW LOCATION ACCORDING	1 hour	Tue 29/09/20 2:30 AM	Tue 29/09/20 3:30 AM
146		445335		PREHEAT, WELD , REMOVE RUNOFF TABS, AND POST HEAT LH REAR FR	50 hours	Tue 29/09/20 3:30 AM	Thu 01/10/20 5:30 AM
147		445335		ACABADO DE PUNTAS DE TERMINACION DE GUSSETS LH	4 hours	Thu 01/10/20 3:30 PM	Thu 01/10/20 7:30 PM
148		445335		INSPECCIÓN POSTERIOR A 48 HORAS - NDT'S (VISUAL, PARTICULA MAG	1 hour	Fri 02/10/20 7:00 AM	Fri 02/10/20 8:00 AM
149				**PASO -6**	**3.55 days**	**Fri 02/10/20 8:00 AM**	**Mon 05/10/20 9:12 PM**
150		445336		NDT'S (VISUAL, MAGNETIC PARTICLE OR DYE PENETRANT) WELDED BOI	1 hour	Fri 02/10/20 8:00 AM	Fri 02/10/20 9:00 AM
151		445336		MODIFICAR ESTRUCTURAS REMOVIDAS PARA SU INSTALACION	32 hours	Fri 02/10/20 9:00 AM	Sat 03/10/20 5:00 PM
152		445336		INSTALAR STEP R4275791 TO REAR FRAME BOLT PADS R4211789& R424	4 hours	Sat 03/10/20 11:00 PM	Sun 04/10/20 3:00 AM
153		445336		INSTALAR POWER STEP TO STEP PLATFORM	4 hours	Sun 04/10/20 4:00 AM	Sun 04/10/20 8:00 AM
154		445336		INSTALAR STAIRS AND CATWALK PLATFORM	4 hours	Sun 04/10/20 9:00 AM	Sun 04/10/20 1:00 PM
155		445336		INSTALAR PANEL ELECTRICO BASTIDOR RH	2 hours	Sun 04/10/20 2:00 PM	Sun 04/10/20 4:00 PM
156		445336		INSTALAR TUBERIA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE	2 hours	Sun 04/10/20 4:00 PM	Sun 04/10/20 6:00 PM
157		445336		INSTALAR CABLES ELECTRICOS DE BATERIA	6 hours	Sun 04/10/20 7:00 PM	Mon 05/10/20 1:00 AM
158		445336		INSTALAR ENFRIADOR HYD BASTIDOR TRACERO RH	4 hours	Mon 05/10/20 2:00 AM	Mon 05/10/20 6:00 AM
159		445336		INSTALAR PARTES ELECTRICAS BASTIDOR TRACERO LH (ZONA DE REPAI	4 hours	Mon 05/10/20 7:00 AM	Mon 05/10/20 11:00 AM
160		445336		INSTALAR EL CONJUNTO DE RELLENO DE COMBUSTIBLE, REEMPLACE CI	1 hour	Mon 05/10/20 11:00 AM	Mon 05/10/20 12:00 PM
161		445336		INSTALAR EL SOPORTE DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE INFERIOR DEL MO	1 hour	Mon 05/10/20 1:00 PM	Mon 05/10/20 2:00 PM
162		445336		INSTALAR UNBOLT RH ENGINE INTERFACE CABINET, LOWER AND COVE	1 hour	Mon 05/10/20 2:00 PM	Mon 05/10/20 3:00 PM
163		445336		REMOVER ANDAMIOS	4 hours	Mon 05/10/20 3:00 PM	Mon 05/10/20 7:00 PM
164		445336		FABRICATE& WELD REAR FRAME LOWER FUEL FILTER BRACKET (STR FU	2 hours	Mon 05/10/20 8:00 PM	Mon 05/10/20 10:00 PM
165		445336		LOCATE AND WELD 2 EACH BOLT BLOCKS (R0576803) FOR FUEL FILTER	1 hour	Mon 05/10/20 10:00 PM	Mon 05/10/20 11:00 PM
166		445336		MOUNT NEW FABRICATED FUEL FILTER BRACKET TO REAR FRAME	1 hour	Mon 05/10/20 11:00 PM	Tue 06/10/20 12:00 AM
167		445336		ATTACH LOWER ENGINE FUEL FILTERS TO NEWLY INSTALLED FUEL FILTE	1 hour	Tue 06/10/20 1:00 AM	Tue 06/10/20 2:00 AM
168		445336		RELOCATE ENGINE INTERFACE CABINET AND SECURE	1 hour	Tue 06/10/20 2:00 AM	Tue 06/10/20 3:00 AM
169		445336		PAINT ALL REPAIRED AREAS	2 hours	Tue 06/10/20 3:00 AM	Tue 06/10/20 5:00 AM
170		L2350		PRUEBAS Y AJUSTES FINALES	0.18 days	Tue 06/10/20 5:00 AM	Tue 06/10/20 9:19 AM
171		445336		CALIBRACION Y AJUSTES	3 hours	Tue 06/10/20 5:00 AM	Tue 06/10/20 8:00 AM
172		445336		ENTREGA DE EQUIPO	1 hour	Tue 06/10/20 9:00 AM	Tue 06/10/20 10:00 AM
15		R9100 LIEB	EX065	EX065 PM5	28 hours	Mon 21/09/20 7:00 AM	Tue 22/09/20 11:00 AM
16		443033	EX065	INSPECCION NDT - BALDE	1 hour	Tue 22/09/20 1:00 AM	Tue 22/09/20 2:00 AM
17		392774	EX065	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 hours	Tue 22/09/20 2:00 AM	Tue 22/09/20 10:00 AM
173		T284	DTU-004	PM7+ BACKLOG - REP. PARCIAL DE TOLVA	43 hours	Mon 21/09/20 7:00 AM	Wed 23/09/20 2:00 AM
174		447454	DTU-004	REPARAR FISURA POST INF TOLVA	24 hours	Mon 21/09/20 7:00 PM	Tue 22/09/20 7:00 PM
61			SHE001	PRE -SERVICE + HOIST ROPE INSP.	6 hours	Mon 21/09/20 8:00 AM	Mon 21/09/20 2:00 PM
62		448104	SHE001	Inspeccion del Balde	1 hour	Mon 21/09/20 9:00 AM	Mon 21/09/20 10:00 AM
63		448105	SHE001	Trabajos de Soldadura	2 hours	Mon 21/09/20 9:00 AM	Mon 21/09/20 11:00 AM
175		T284	DTU-019	REPAIR DUMP BODY-REPAR FIS PIN DRAG LINK AXLE D	60.5 hours	Mon 21/09/20 8:00 AM	Wed 23/09/20 8:30 PM
176		448797	DTU-019	REPAR FIS PIN DRAG LINK AXLE D	12 hours	Mon 21/09/20 8:00 AM	Mon 21/09/20 8:00 PM
177		448797	DTU-019	REPAR FIS PIN DRAG LINK AXLE D	12 hours	Mon 21/09/20 8:00 PM	Tue 22/09/20 8:00 AM
178			DTU-019	REPARACION DE COLA DE TOLVA	36 hours	Tue 22/09/20 8:00 AM	Wed 23/09/20 8:00 PM
4		320DL	EX054	PM2	22.5 hours	Mon 21/09/20 10:00 AM	Tue 22/09/20 8:30 AM
5		431860	EX054	C/ DE BASE Y EXTINTOR	1 hour	Mon 21/09/20 11:00 AM	Mon 21/09/20 12:00 PM
6		D10T	DZT-007	PM2	18 hours	Tue 22/09/20 7:00 AM	Wed 23/09/20 1:00 AM
7		434451	DZT-007	Repair & Install Gets	3 hours	Tue 22/09/20 10:00 AM	Tue 22/09/20 1:00 PM
18		R9350 LIEB	EXL-003	PRE SERVICE	4 hours	Tue 22/09/20 7:00 AM	Tue 22/09/20 11:00 AM
19		R9350 LIEB	EXL-003	INSPECCION NDT - BALDE	1 hour	Tue 22/09/20 7:00 AM	Tue 22/09/20 8:00 AM
13		PV271E EP	DRE005	WEEKLY INSPECTION 1	4 hours	Tue 22/09/20 3:00 PM	Tue 22/09/20 7:00 PM
14		430383	DRE005	C/LLAVE DE PISO	2 hours	Tue 22/09/20 4:00 PM	Tue 22/09/20 6:00 PM
188		447062	269-CT-0023	BASE ASSEMBLY,WELDING	16 hours?	Wed 23/09/20 6:00 AM	Wed 23/09/20 10:00 PM
20		R9100 LIEB	EX064	EX064 PM7	18 hours	Wed 23/09/20 7:00 AM	Thu 24/09/20 1:00 AM
21		443217	EX064	INSPECCION NDT - BALDE	1 hour	Wed 23/09/20 9:00 AM	Wed 23/09/20 10:00 AM
22		443220	EX064	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 hours	Wed 23/09/20 10:00 AM	Wed 23/09/20 6:00 PM
23		386564	EX064	C/ CASQUILL/PASAD CYL LEVN RH	6 hours	Wed 23/09/20 5:00 PM	Wed 23/09/20 11:00 PM

FIRST QUANTUM MINERALS - COBRE PANAMA PROJECT

PLAN DE MANTENIMINETO SEMANAL DE SOLDADURA
DESDE EL 21 de Septiembre hasta el 04 de Octubre 2020

Cobre Panamá

ID	Tarea W.O. Mod	Número de Unidad	Descripción de la Tarea	Duracion	Inicia	Termina
184	T284	DTU-011	PM5+ BACKLOG + CALIBRAR VALVULA	69 hours	Wed 23/09/20 7:00 AM	Sat 26/09/20 4:00 AM
187	447062	269-CT-0023	ENSAMBLAJE Y SOLDADURA	16 hours?	Wed 23/09/20 6:00 AM	Wed 23/09/20 10:00 PM
185		DTU-011	REPARACION DE COLA DE TOLVA	36 hours	Thu 24/09/20 4:00 PM	Sat 26/09/20 4:00 AM
186	414551	DTU-011	REPARAR ESCALERA DE ACCESO	12 hours	Fri 25/09/20 1:00 AM	Fri 25/09/20 1:00 PM
64		SHE002	MAQUINA DE LAVADO + GETS & MECH & ELECT SEMANAL 2 + R&I DIPPER CHAN	24 hours	Wed 23/09/20 8:00 AM	Thu 24/09/20 8:00 AM
65	448121	SHE002	Trabajos de Soldadura	1 hour	Wed 23/09/20 8:00 AM	Wed 23/09/20 9:00 AM
66		SHE002	R&I CAMBIO DE ARTICULADOS	24 hours	Wed 23/09/20 8:00 AM	Thu 24/09/20 8:00 AM
67		SHE002	Bloquear equipo, desconectar cable de articulado, remover tapas de pines u	2 hours	Wed 23/09/20 9:00 AM	Wed 23/09/20 11:00 AM
68		SHE002	Desbloquear el equipo e iniciar maniobras de extracción de pines y remoció	4 hours	Wed 23/09/20 11:00 AM	Wed 23/09/20 3:00 PM
69		SHE002	Reubicación de equipo para instalación de balde nuevo	2 hours	Wed 23/09/20 3:00 PM	Wed 23/09/20 5:00 PM
70		SHE002	Instalación de tapas retenedoras a los pines	2 hours	Thu 24/09/20 12:30 AM	Thu 24/09/20 2:30 AM
71		SHE002	Instalación de guardabosques con rodillo	3 hours	Thu 24/09/20 4:00 AM	Thu 24/09/20 7:00 AM
189	447239	269-CT-0024	ENSAMBLAJE DE BASE, SOLDADURA	16 hours?	Thu 24/09/20 6:00 AM	Thu 24/09/20 10:00 PM
8	D11T	DZT-102	PM5 + CYL TILDOZER	38.5 hours	Thu 24/09/20 7:00 AM	Fri 25/09/20 9:30 PM
9	254343	DZT-102	R&I Cilindro Inclinado	3 hours	Fri 25/09/20 3:00 PM	Fri 25/09/20 6:00 PM
10	254342	DZT-102	- Derecho	3 hours	Fri 25/09/20 6:00 PM	Fri 25/09/20 9:00 PM
11	834K	DZW-001	R&I TCilindro	42.5 hours	Thu 24/09/20 7:00 AM	Sat 26/09/20 1:30 AM
12	348104	DZW-001	Inclinado - Izquierdo	16 hours	Fri 25/09/20 1:00 AM	Fri 25/09/20 5:00 PM
			PM1 + BACKLOGS			
			C/ RODAMIENTO DEL TRUNNION			
24	R9350 LIEBEXL-002		PRE SERVICE	4 hours	Thu 24/09/20 7:00 AM	Thu 24/09/20 11:00 AM
25	R9350 LIEBEXL-002		INSPECCION NDT - BALDE	1 hour	Thu 24/09/20 7:00 AM	Thu 24/09/20 8:00 AM
179	T284	DTU-026	PM7+ BACKLOG	51.5 hours	Thu 24/09/20 7:00 AM	Sat 26/09/20 10:30 AM
180	357028	DTU-026	INST/SUPPORT BRACKET (LMD BOX)	3 hours	Thu 24/09/20 1:00 PM	Thu 24/09/20 4:00 PM
181		DTU-026	REPARACION DE COLA DE TOLVA	36 hours	Thu 24/09/20 4:00 PM	Sat 26/09/20 4:00 AM
26	R9100 LIEBEX063		CAMBIO TREN DE RODAJE	104 hours	Thu 24/09/20 11:00 AM	Mon 28/09/20 7:00 PM
27	R9100 LIEBEX063		EJECUCION DE TRABAJOS	95 hours	Thu 24/09/20 11:00 AM	Mon 28/09/20 10:00 AM
28	271954	EX063	REFORZAMIENTO DE BALDE	12 hours	Thu 24/09/20 7:00 PM	Fri 25/09/20 7:00 AM
29	271954	EX063	REMOVER PARTES DESGASTADAS TREN DE RODAJE	12 hours	Thu 24/09/20 7:00 PM	Fri 25/09/20 7:00 AM
30	271954	EX063	12234033 - RODILLOS SUPERIORES	8 hours	Fri 25/09/20 7:00 AM	Fri 25/09/20 3:00 PM
31	271954	EX063	5611006 - RODILLOS INFERIORES	14 hours	Fri 25/09/20 3:00 PM	Sat 26/09/20 5:00 AM
32	271954	EX063	10391276 - GUIAS DE CADENA	8 hours	Sat 26/09/20 5:00 AM	Sat 26/09/20 1:00 PM
33	271954	EX063	5617546 – TENSOR DE GRASA LH-RH	10 hours	Sat 26/09/20 1:00 PM	Sat 26/09/20 11:00 PM
34	271954	EX063	11080851 - RUEDA GUIA LH-RH	10 hours	Sat 26/09/20 1:00 PM	Sat 26/09/20 11:00 PM
35	271954	EX063	10380672 – PIÑÓN LH-RH	8 hours	Sat 26/09/20 11:00 PM	Sun 27/09/20 7:00 AM
36	271954	EX063	10475480 - CADENA LH-RH	19 hours	Sun 27/09/20 7:00 AM	Mon 28/09/20 2:00 AM
37	R9100 LIEBEX062		EX062 - PM5 + BACKLOG	14 hours	Fri 25/09/20 7:00 AM	Fri 25/09/20 9:00 PM
38	TBD	EX062	INSPECCION NDT - BALDE	1 hour	Fri 25/09/20 9:00 AM	Fri 25/09/20 10:00 AM
39	403180	EX062	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 hours	Fri 25/09/20 9:00 AM	Fri 25/09/20 5:00 PM
72		SHE003	WASHING MACHINE + GETS & MECH & ELECT WEEKLY 1	4 hours	Fri 25/09/20 8:00 AM	Fri 25/09/20 12:00 PM
73	448125	SHE003	Inspeccion de Balde	1 hour	Fri 25/09/20 9:00 AM	Fri 25/09/20 10:00 AM
74	448105	SHE003	Trabajo de Soldadura	2 hours	Fri 25/09/20 9:00 AM	Fri 25/09/20 11:00 AM
2	740B	HT023	PM 4 + BACKLOG	31.5 hours	Fri 25/09/20 10:00 PM	Sun 27/09/20 5:30 AM
3	394665	HT023	REPARACION FISURA ALOJA LH/RH	6 hours	Sat 26/09/20 11:00 PM	Sun 27/09/20 5:00 AM
182	T284	DTU-018	PM5 & BK+ CALIBRACION	33.5 hours	Sat 26/09/20 7:00 AM	Sun 27/09/20 4:30 PM
183	399830	DTU-018	REP/BASE DUCTO REFRIGERACION	4 hours	Sat 26/09/20 2:00 PM	Sat 26/09/20 6:00 PM
75		SHE004	WASHING MACHINE + PM3 + TEETH CHANG + BLS	12 hours	Sat 26/09/20 8:00 AM	Sat 26/09/20 8:00 PM
76	448139	SHE004	Perform Service NDT PM3	4 hours	Sat 26/09/20 9:00 AM	Sat 26/09/20 1:00 PM
77	448139	SHE004	INSPECCION PARTE BAJA DEL BALDE	1 hour	Sat 26/09/20 9:00 AM	Sat 26/09/20 10:00 AM
78	373105	SHE004	REP FISUR LAT COMP LH Y RH	8 hours	Sat 26/09/20 9:00 AM	Sat 26/09/20 5:00 PM
79	392754	SHE004	Rep. fisura esclera Boom	3 hours	Sat 26/09/20 9:00 AM	Sat 26/09/20 12:00 PM
190	447240	269-CT-0025	BASE ASSEMBLY,WELDING	16 hours?	Sun 27/09/20 6:00 AM	Sun 27/09/20 10:00 PM
40	R9100 LIEBEX060		EX060 - PM3 + BL	14 hours	Sun 27/09/20 7:00 AM	Sun 27/09/20 9:00 PM
41	42	191	57	58	TBD TBD 447241	



E	I	**+ CUERDA DE ELEVACIÓN**	1 hour	Sun	Sun 27/09/20 11:00	**M**		
X	N	**Realizar el Servicio NDT PM4**	8 hours	27/09/20	AM Sun 27/09/20 7:00	**WE**		
0	S		16 hours?	10:00	PM Mon 28/09/20	**L3**		
6	P		**17 hours**	AM Sun	10:00 PM **Tue**	**M**		
0	E		4 hours	27/09/20	**29/09/20 2:00 AM** Mon	**WE**		
	C			11:00	28/09/20 1:00 PM	**L3[**		
E	C			AM Mon		**200**		
X	I			28/09/20		**%]**		
0	O			6:00 AM			**MWEL3[2**	
6	N			**Mon**				
0				**28/09/20**			**00%]**	
269	N			**9:00 AM**				
-	D			Mon			**MWEL3[2**	
CT-	T			28/09/20				
002				9:00 AM			**00%],MM**	
6	-							
SH							**EC3**	
E0	B							
01	A							
SH	L							
E0	D							
01	E							
	R							
	E							
	F							
	O							
	R							
	Z							
	A							
	M							
	I							
	E							
	N							
	T							
	O							
	D							
	E							
	B							
	A							
	L							
	D							
	E							

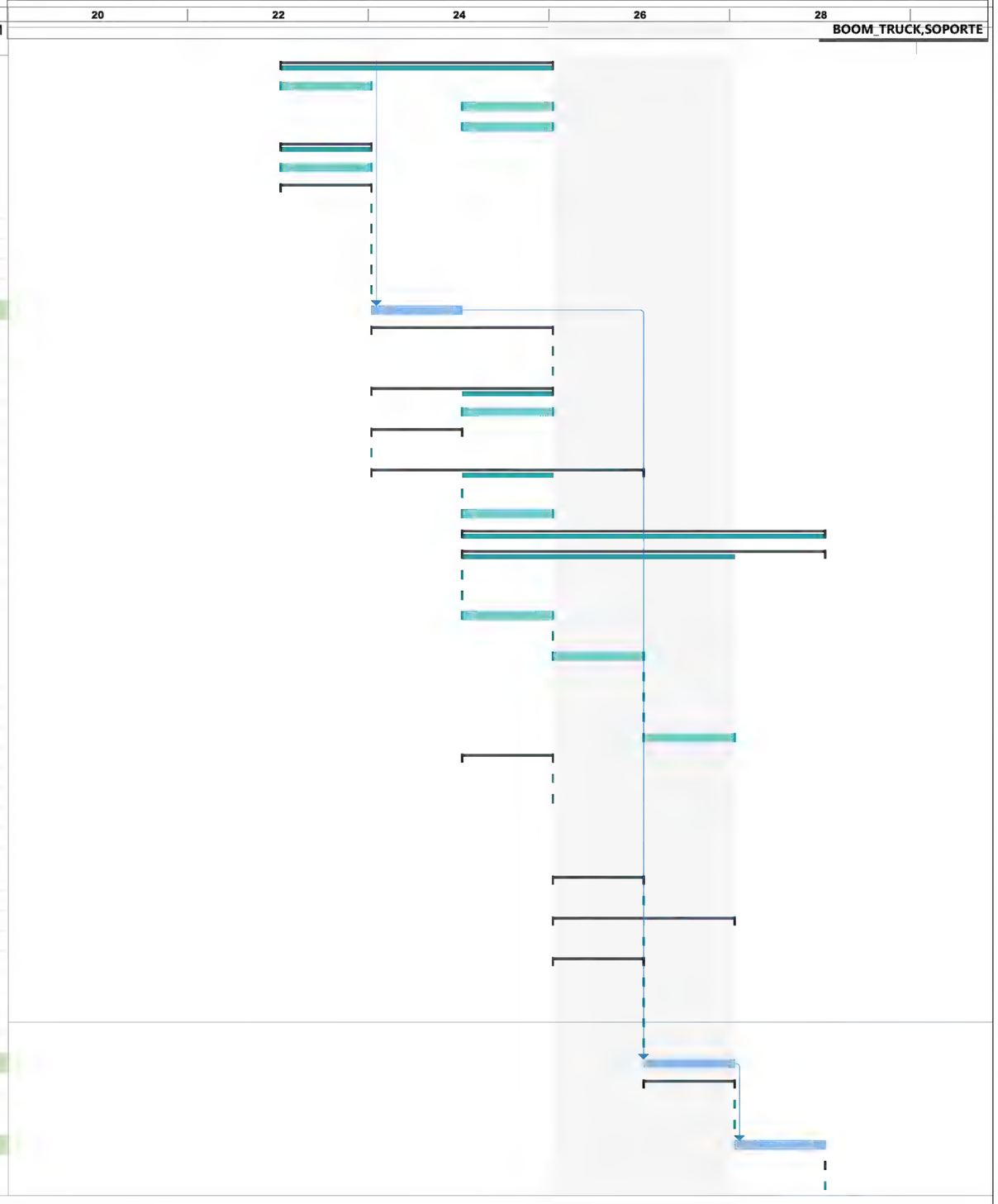
ENSAMBLAJE DE BASE, SOLDADURA

MAQUINA DE LAVAR + PM4 + CAMBIO DE DIENTES + BLS

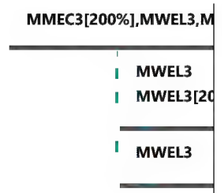
FIRST QUANTUM MINERALS - COBRE PANAMA PROJECT

WEEKLY MAINTENANCE PLAN OF WELDING
FROM 21th September 04th October 2020

ID	Task Mod	W.O.	Unit Number	Task Description	Duration	Start	Finish
59		448182	SHE001	INSPECCION PARTE BAJA DEL BALDE	1 hour	Mon 28/09/20 9:00 AM	Mon 28/09/20 10:00 AM



60		424255	SHE001	***R&I CABLE DIPPER TRIP AZUL***	1 hour	Mon 28/09/20 9:00 AM	Mon 28/09/20 10:00 AM
43		**R9350 LIEB**	**EXL-003**	**EXL003 - PM8 + BACKLOG**	**30 hours**	**Tue 29/09/20 7:00 AM**	**Wed 30/09/20 1:00 PM**
44		403271	EXL-003	INSPECCION NDT – BALDE	1 hour	Tue 29/09/20 9:00 PM	Tue 29/09/20 10:00 PM
45		TBD	EXL-003	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 hours	Tue 29/09/20 10:00 PM	Wed 30/09/20 6:00 AM
46		**R9350 LIEB**	**EXL-001**	**PRE SERVICE**	**4 hours**	**Wed 30/09/20 7:00 AM**	**Wed 30/09/20 11:00 AM**
47		R9350 LIEB	EXL-001	INSPECCION NDT – BALDE	1 hour	Wed 30/09/20 7:00 AM	Wed 30/09/20 8:00 AM
80			**SHE002**	**PRE -SERVICE**	**6 hours**	**Wed 30/09/20 8:00 AM**	**Wed 30/09/20 2:00 PM**
81			SHE002	Inspeccion del Balde	1 hour	Wed 30/09/20 9:00 AM	Wed 30/09/20 10:00 AM
82			SHE002	Trabajos de Soldadura	2 hours	Wed 30/09/20 9:00 AM	Wed 30/09/20 11:00 AM
48		**R9350 LIEB**	**EXL002**	**EXL002 - PM5 + BL**	**12 hours**	**Thu 01/10/20 7:00 AM**	**Thu 01/10/20 7:00 PM**
49		TBD	EXL002	INSPECCION NDT – BALDE	1 hour	Thu 01/10/20 10:00 AM	Thu 01/10/20 11:00 AM
50		TBD	EXL002	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 hours	Thu 01/10/20 11:00 AM	Thu 01/10/20 7:00 PM
51		**R9100 LIEB**	**EX066**	**EX066 - PM3 + BL**	**12 hours**	**Fri 02/10/20 7:00 AM**	**Fri 02/10/20 7:00 PM**
52		TBD	EX066	INSPECCION NDT – BALDE	1 hour	Fri 02/10/20 10:00 AM	Fri 02/10/20 11:00 AM
53		TBD	EX066	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 hours	Fri 02/10/20 11:00 AM	Fri 02/10/20 7:00 PM
83			**SHE003**	**MAQUINA DE LAVADO + GETS & MECH & ELECT SEMANALMENTE 2**	**4 hours**	**Fri 02/10/20 8:00 AM**	**Fri 02/10/20 12:00 PM**
84			SHE003	Inspeccion parte baja del balde	1 hour	Fri 02/10/20 9:00 AM	Fri 02/10/20 10:00 AM
85			SHE003	Trabajo de Soldadura	2 hours	Fri 02/10/20 9:00 AM	Fri 02/10/20 11:00 AM
86			SHE004	MAQUINA DE LAVADO + GETS & MECH & ELECT SEMANALMENTE 1	4 hours	Sun 04/10/20 8:00 AM	Sun 04/10/20 12:00 PM
54		R9100 LIEB	EX061	**EX061 - PM6 + BL**	12 hours	Sat 03/10/20 7:00 AM	Sat 03/10/20 7:00 PM
55		TBD	EX061	INSPECCION NDT – BALDE	1 hour	Sat 03/10/20 10:00 AM	Sat 03/10/20 11:00 AM
56		TBD	EX061	REFORZAMIENTO DE BALDE	8 hours	Sat 03/10/20 11:00 AM	Sat 03/10/20 7:00 PM



FIRST QUANTUM MINERALS LTD.
Cobre Panamá

Resumen de los Tipos de Mantenimiento Real – Agosto @Septiembre 2020

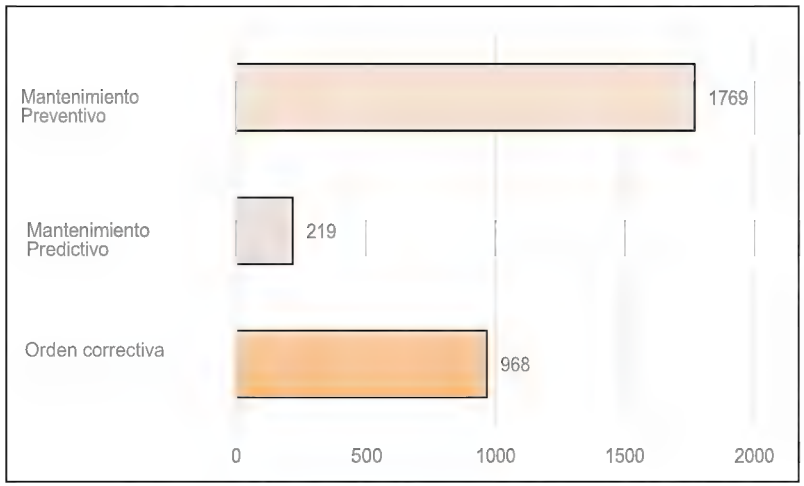
Equipo en Procesamiento	Modelos	Unidad de Negocios	Orden Correctiva	Mantenimiento Predictivo	Mantenimiento Preventivo	Total
Camiones de Carga Ultra Clase	T284 Liebbher	1000425100	338	109	623	1070
Camiones de Carga Mediano	777G Caterpillar	1000425200	102	14	189	305
Camiones Pequeños 740B	Camiones pequeños 740B	1000425300	67	3	69	139
Niveladora	Niveladora 16M Caterpillar	1000435100	88	11	90	189
Pala P&H	4100XPC KMC	1000420100	31	23	197	251
Excavador R9350 & R9100	Excavador R9350	1000420200	45	7	54	106
Excavador R9350 & R9100	Excavador R9100	1000420300	66	19	104	189
Cargador L2350	Cargador L2350	1000420600	61	5	85	151
Tractor de Oruga D10T & D11T	Tractor D10T & D11T	1000430100	170	28	358	556
			968	**219**	**1769**	**2956**

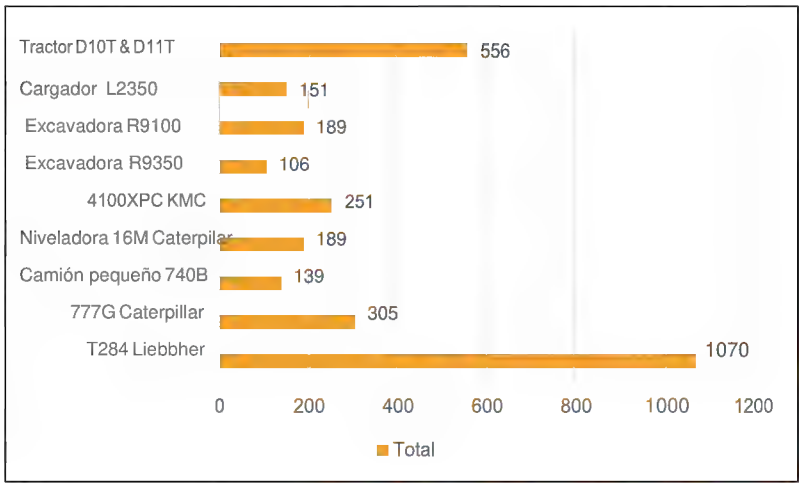
Resumen

1. Tenemos 2596 OT entre agosto y septiembre.
2. Tenemos 60% de ordenes preventivas, 33% de ordenes correctivas y 7% de Ordenes predictivas.
3. La mayoria de las OT que tenemos son de T284 Liebherr 1070 – 36% , 777G Caterpillar 556 – 10%

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.
Cobre Panamá

Resumen de tipos reales de Mantenimiento – Agosto – Septiembre2020





Resumen

1. Tenemos 2596 OT entre Agosto y Septiembre.
2. Tenemos 60% de OT preventivas, 33% de OT Correctivas y 7% de OT Predictivas.
3. La mayoría de las OT que tenemos son de T284 Liebherr 1070 – 36%, 777G Caterpillar 556 – 10%

Minera Panamá

LINEA	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	NUMERO DE UNIDAD	EQUIPO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
1	MSA Area de Servicios Acuiferos	241-MG-020	MSA Planta de Tratamiento de Agua Potable	Inspección	Mensualmente	Manto de Instalaciones SSV
				Lubricación	Trimestralmente	Manto de Instalaciones SSV
				Pruebas	Anualmente	Manto de Instalaciones SSV
				Cambio de componente	Basado en la condición	Manto de Instalaciones SSV
			MSA Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Inspeccion	Mensualmente	Manto de Instalaciones SSV
				Lubricacion	Trismestalmente	Manto de Instalaciones SSV
				Pruebas	Anualmente	Manto de Instalaciones SSV
				Cambio de componente	Basado en la condición-	Manto de Instalaciones SSV
			MSA Paquete de Bomba de Agua y Fuego	Inspección y pruebas	Semanalmente	Manto de Instalaciones SSV
				Lubricacion	Trimestralmente	Manto de Instalaciones SSV
				Pruebas Hidrostaticas	Anual	Manto de Instalaciones SSV
				Cambio de componente	Basado en la condiciómtion	Manto de Instalaciones SSV
			Servicios de Hidrante de Agua	Inspeccion	Bianualmente	Manto de Instalaciones SSV
				Pruebas	Anualmente	Manto de Instalaciones SSV
				Prueba Hidrostatica	Cada 5 años	Manto de Instalaciones SSV
				Cambio de componente	Basado en la Condición ed on Condition	Manto de Instalaciones SSV
2	MSA Compresión de Aire	241-CO-9001	MSA Compresor de aire de la bahía de servicios	Inspección Lubricación y Cambio de filtros y componentes	Mensualmente Bianual Anualmente Basado en las Condiciones	Manto de Instalaciones SSV
		241-CO-9002	MSA Compresor de aire de Talleres HV			Manto de Instalaciones SSV
		241-CO-9005	MSA Compresor de Aire del Generador de Nitrógeno 1			Manto de Instalaciones SSV
		241-CO-9006	MSA Compresor de Aire del Generador de Nitrógeno 2			Manto de Instalaciones SSV
		241-ZM-9003	MSA Generador de Nitrogeno 1			Manto de Instalaciones SSV
		241-ZM-9004	MSA Generador de Nitrogeno 2			Manto de Instalaciones SSV
		241-ZM-9005	MSA Refuerzo de Nitrogeno 1			Manto de Instalaciones SSV
		241-ZM-9006	MSA Refuerzo de Nitrogeno 2			Manto de Instalaciones SSV
3	MSA Edificios	241-BG-9003	MSA Bodegas	Inspeccion y Sistema de Acondicionador de Aire preventivo Sistema de Acondicionador de aire preventivo Sistema de Inspección y Prevención de Incendios Inspección y Prevención Infraestructura General	Mensualmente Trimestralmente Anualmente Basado en la condición	Manto de Instalaciones SSV
		241-BG-9002	MSA Edificio de cambio de neumáticos			Manto de Instalaciones SSV
		241-BG-9005	MSA Taller de cambio de neumáticos			Manto de Instalaciones SSV
		241-BG-9012	MSA Taller de Soldadura			Manto de Instalaciones SSV
		241-BG-9013	MSA Edificio de Bahía de Servicios HV			Manto de Instalaciones SSV
		244-BG-9001	MSA Taller HV			Manto de Instalaciones SSV
		248-BG-9003	MSA Edificio de Reabastecimiento de combustible LV			Manto de Instalaciones SSV
		249-BG-9001	MSA Refugio de la bomba de lubricación a granel			Manto de Instalaciones SSV
		249-BG-9004	MSA HV Taller de Almacenamiento de Lubricante			Manto de Instalaciones SSV
		249-BG-9003	MSA Oficina del Contratista de Combustible y Lubricante, cuartos y lavatorios			Manto de Instalaciones SSV
4	MSA Area de Almacenamiento de Combustible	248-MG-001	MSA Tanque de Almacenamiento de Diesel	Inspección Lubricación y Cambio de Filtros Cambio de Componentes	MensualmenteBianuamentel Anualmente Basado en la condición	Manto de Instalaciones SSV
			HV Bomba de Re-abastecimiento de combustible			Manto de Instalaciones SSV
			LV Bomba de Re-abastecimiento			Manto de Instalaciones SSV
5	MSA Area de Almacenamiento de Lubricantes	249-MG-001	MSA Tanque de Aceite de Motor	Inspección Lubricación y Cambio de Filtros Cambio de Componentes	Mensualmnete Bianualmente Anualmente	Manto de Instalaciones SSV
			MSA Tanque de Refrigerante			Manto de Instalaciones SSV
			MSA Skid de la Bomba de Aceite			Manto de Instalaciones SSV
6	MSA Lavado de Vehiculos	245-MG-001	MSA Tanque de Almacenamiento de Agua para lavadero de vehículos HV	Inspección Lubricacion y Cambio de filtros Cambio de componentes	Mensualmente Bianualmente Anualmente	Manto de Instalaciones SSV
			MSA Separador de Agua/Aceite para lavadero de vehiculos HV			Manto de Instalaciones SSV
			MSA Bomba de Agua			Manto de Instalaciones SSV
7	MSA Lavado Manual de Vehiculos	245-MG-003	MSA Tanque de almacenamiento de Agua para lavar manualmente HV	Inspeccion Lubricación y Cambio de Filtros Cambio de Componentes	Mensualmente Bianualmente Anualmente	Manto de Instalaciones SSV
			MSA Separador de aceite/agua para lavar manualmente HV			Manto de Instalaciones SSV
			MSA Bomba de Agua			Manto de Instalaciones SSV

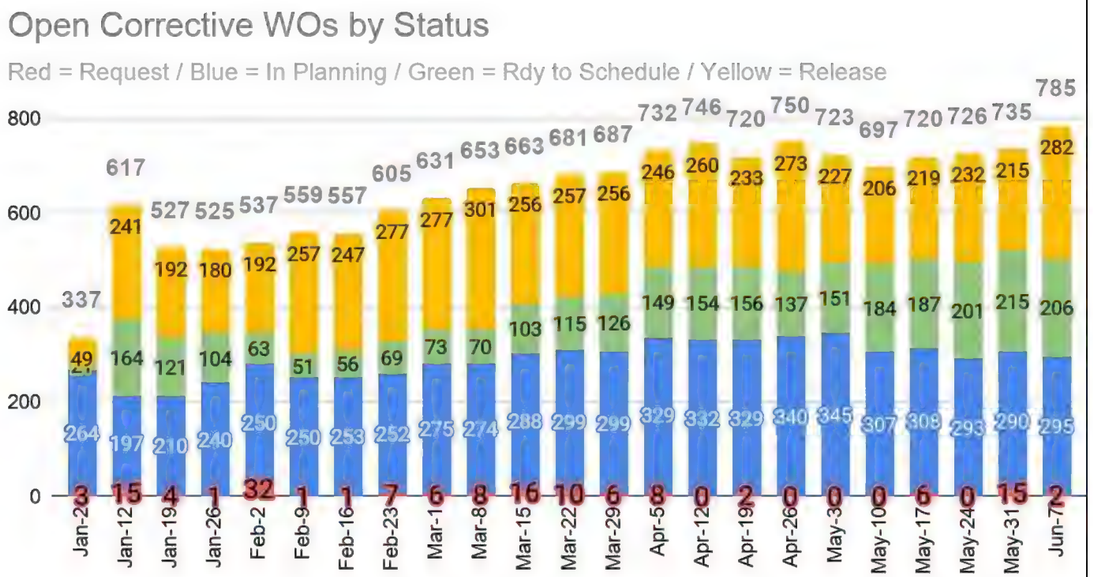
FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

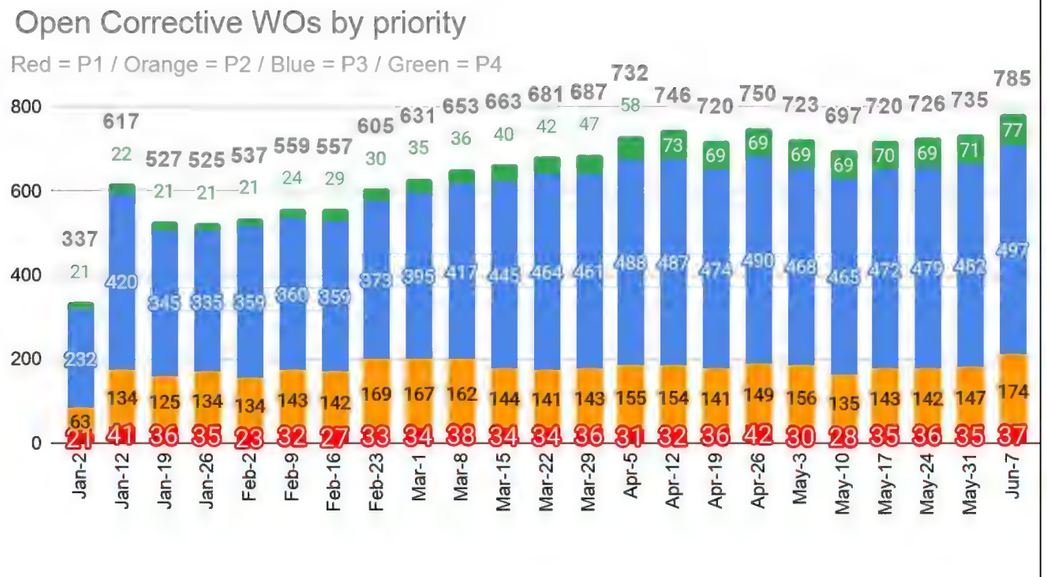
Cobre Panamá

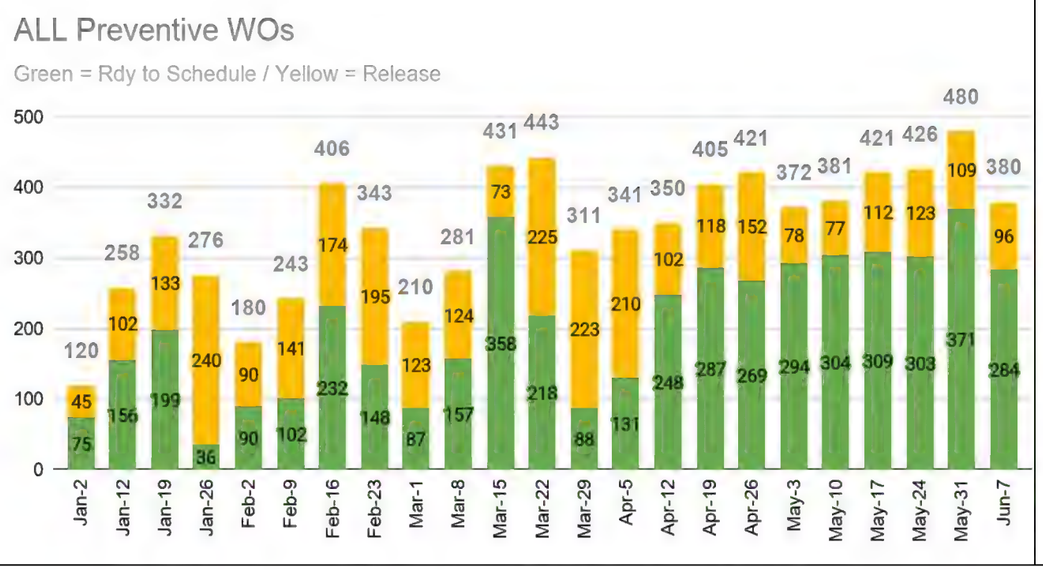
MANTENIMIENTO DEL PUERTO & CUCON & PLANTA DE ENERGÍA

Resumen del plan de Mantenimiento, Preventivo, Predictivo, Correctivo

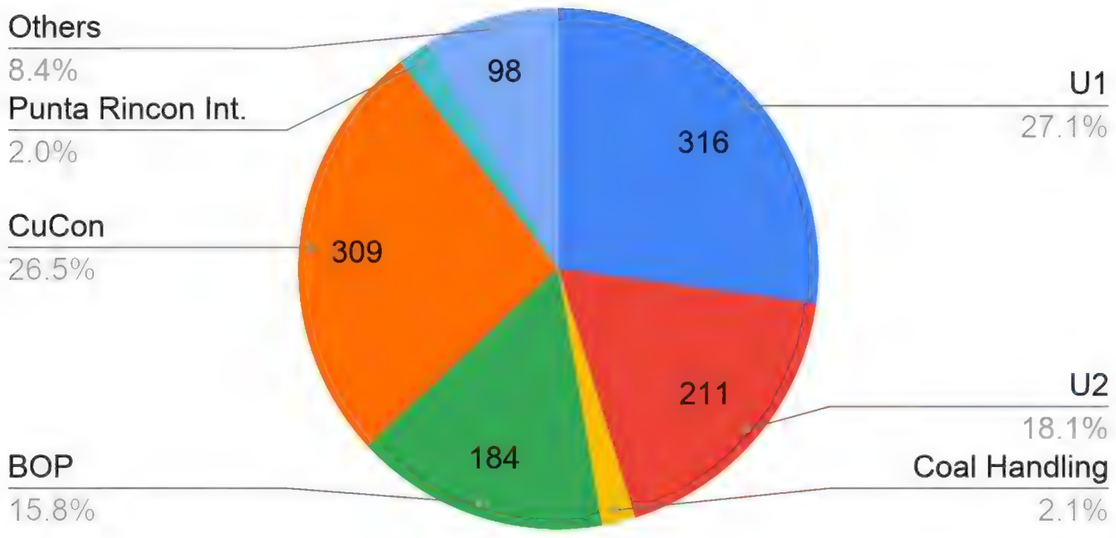
TENDENCIA DEL BACKLOG EN LAS ORDENES DE TRABAJO ABIERTAS

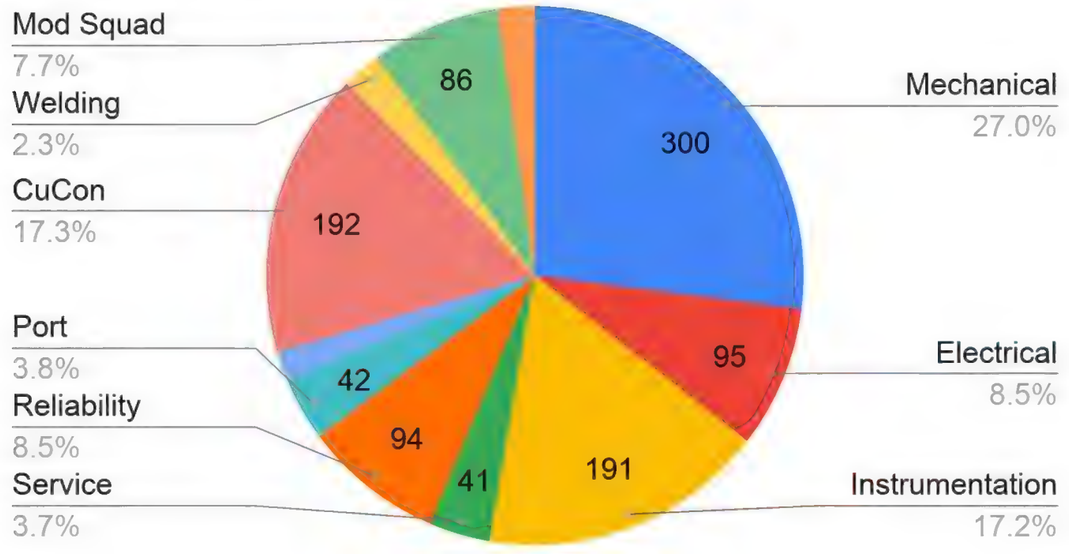





ALL Preventive WOs
Green = Rdy to Schedule / Yellow = Release
500
400
300
200
100
0
Jan-2 120 45 75
Jan-12 258 102 156
Jan-19 332 133 199
Jan-26 276 240 36
Feb-2 180 90 90
Feb-9 243 141 102
Feb-16 406 174 232
Feb-23 343 195 148
Mar-1 210 123 87
Mar-8 281 124 157
Mar-15 431 73 358
Mar-22 443 225 218
Mar-29 311 223 88
Apr-5 341 210 131
Apr-12 350 102 248
Apr-19 405 118 287
Apr-26 421 152 269
May-3 372 78 294
May-10 381 77 304
May-17 421 112 309
May-24 426 123 303
May-31 480 109 371
Jun-7 380 96 284

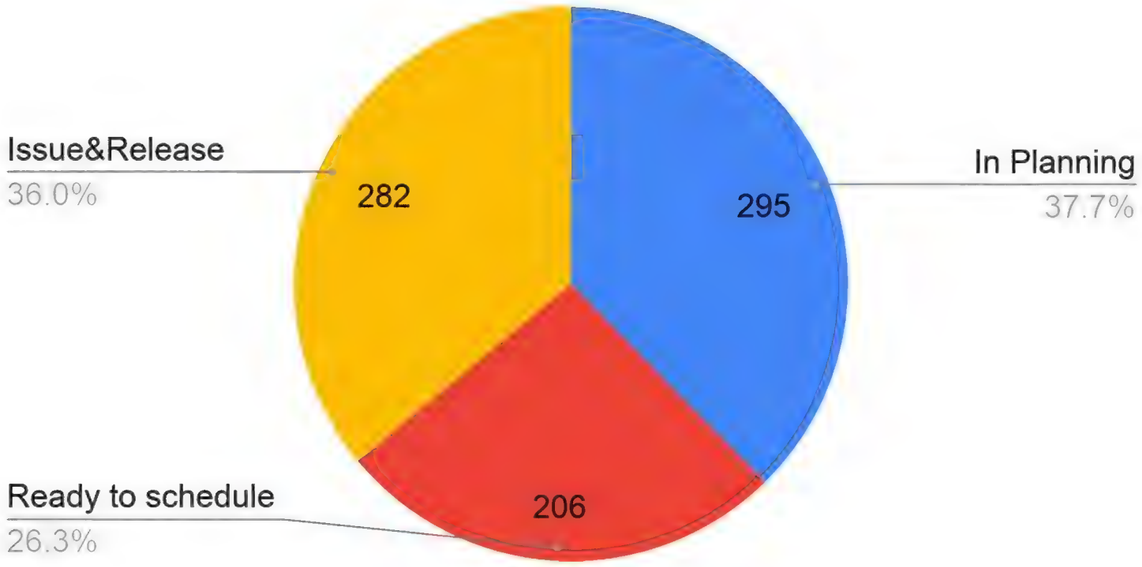
TODAS LAS ORDENES DE TRABAJO ABIERTAS (Incluya todo el status, todas las edades, todas las áreas, todas las prioridades)





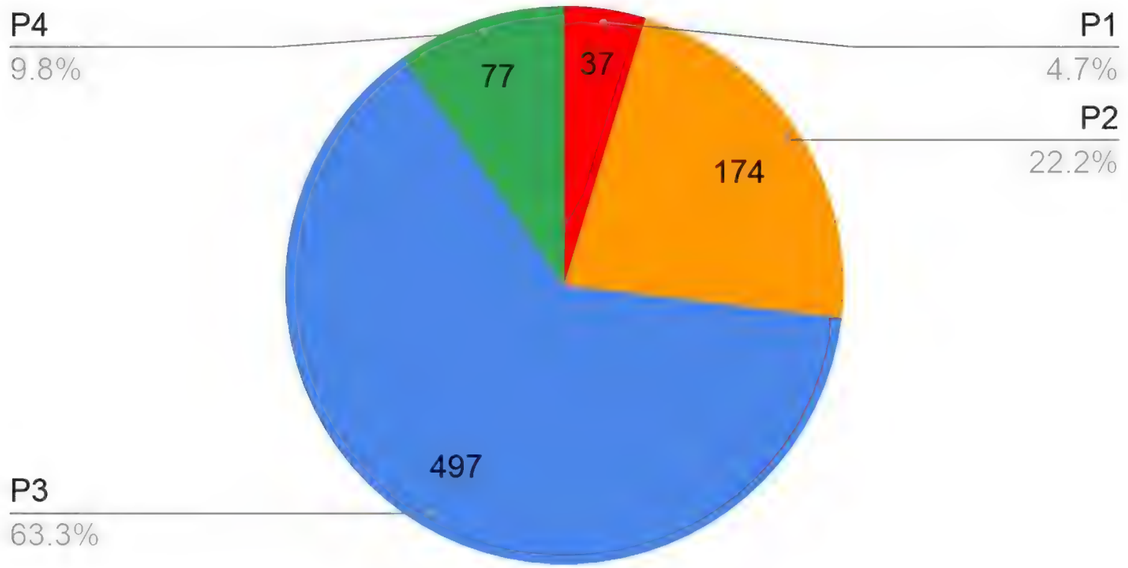
Work Order by Status

Corrective Only



Open Work Order by Priority

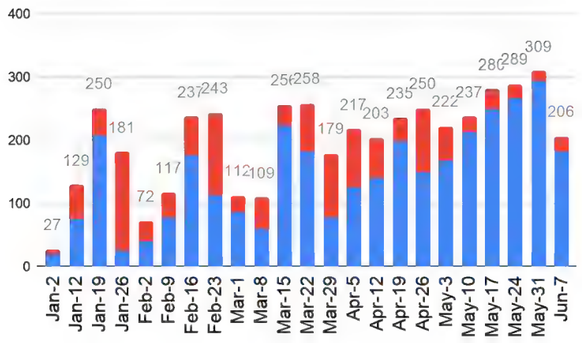
Corrective Only



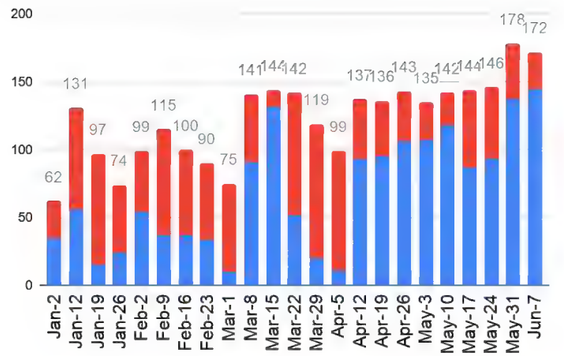
BACK LOG DE ORDENES DE TRABAJO POR DISCIPLINA

(Esta sección presenta el backlog de las órdenes de trabajo para cada disciplina. La sección en Azul son ordines de trabajo que estan en status JDE “listas para programarse”,las secciones en Rojo son órdenes de trabajo que están en status JDE Emitida & liberada”.

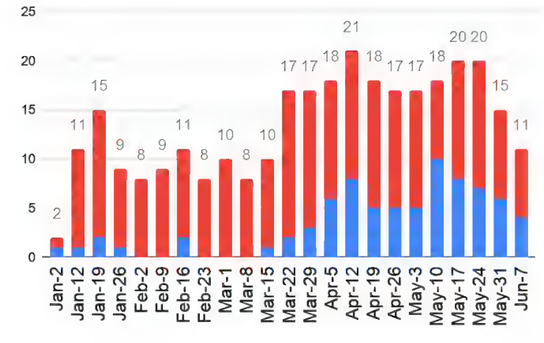
Mechanical



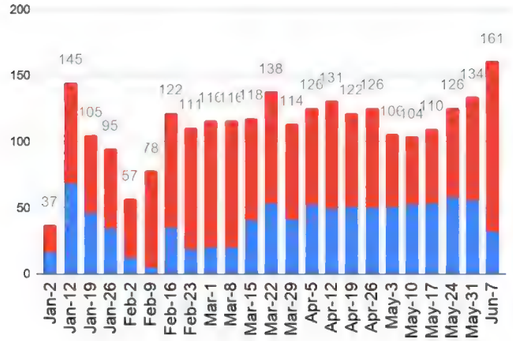
CuCon



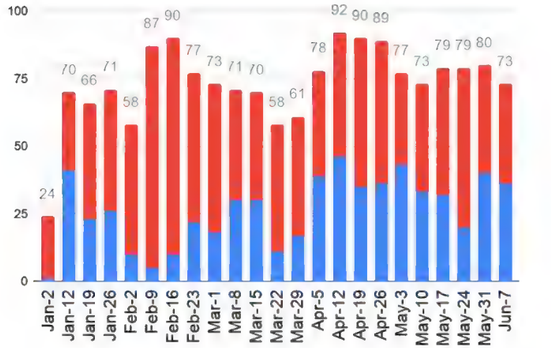
Welders



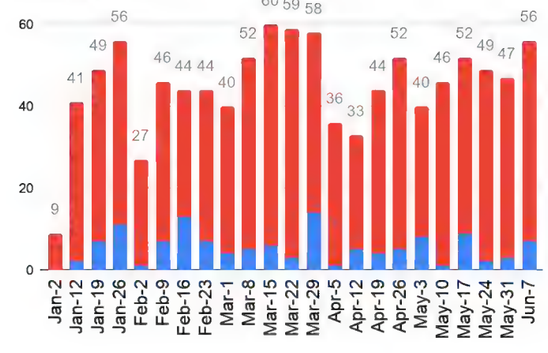
Instrumentation



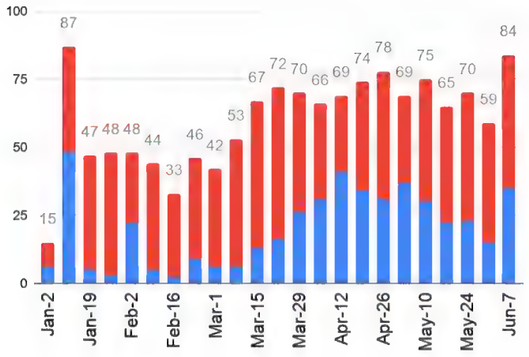
Electrical



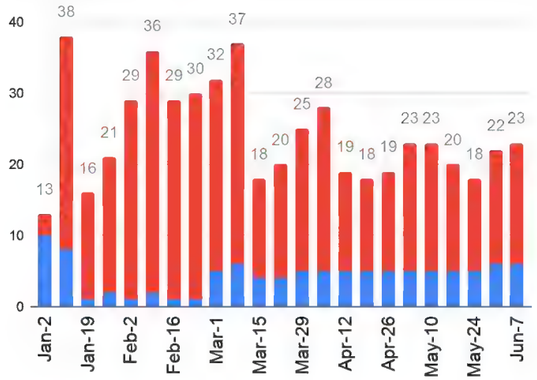
Services



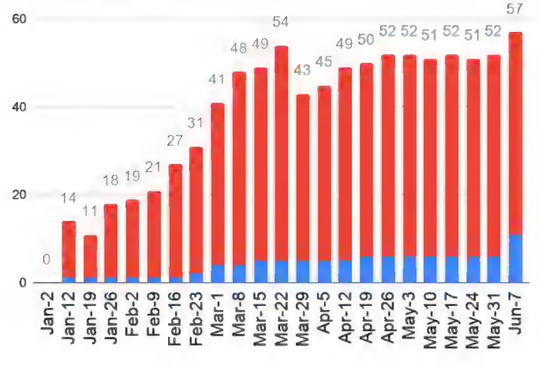
Reliability



Port



Mod Squad



FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Cobre Panamá

Plan de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo

Planta de PDuctos

TAREAS	*7D Inspeccion visual mecánica*	7D363M000_01

Proposito:	Esta instrucción de trabajo es parte de una estrategia de mantenimiento aprobada que se ha desarrollado para mantener la confiabilidad en la planta y cumplir con los estatutos medio ambientales.

PREREQUISITOS			
Personal Requerido	**PPE**	**Herramienta & Equipo**	**Competencias**
02 Técnico Industrial	*PPE*/Epp estándar	Hojas de inspección, Tablero con pluma y ganchos, etiquetas con información.	Entrenados con habilidades de re-lubricación
	Guantes	Engrase la pistola/ Pistola de ultrasonido	Acceso al Area
	Tapones de oído	Trapos y antorcha	
	Siga el JSEA PPE establecido para cada tarea	JSEA de todas las tareas	

PELIGRO!
La mayoría de los equipos estarán operativos, este atento de los peligros inherentes, por ejemplo, no use ropa suelta, use guantes donde sea apropiado. Algunas de los controles incluyen tocar el equipo para sentir la vibración, si no es Seguro hacerlo, no lo haga.

CODIGOS DE CONDICIÓN PM		
1	**Condicion Pobre**	Necesita atención urgente
2	**Condición Promedio**	Puede requerir atención
3	**Condicion Utilizable**	No require atención

APROBACIÓN DETALLE DE CONTROL	ESTATUS DEL DOCUMENTO:			
PREPARADO POR: Jhonatan Lorenzo	REVISION	0	FECHA DE EMISIÓN:	16/04/2019
APROBADO POR:	FECHA DE REVISIÓN:			

FIRMA DEL APROBADOR:	Nombre del Documento: ***7D Inspeccion visual mecánica***

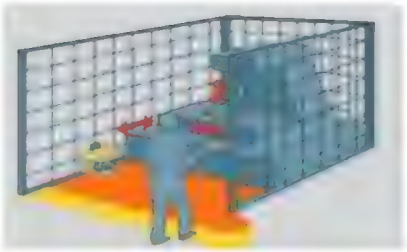
Precauciones de Seguridad

Be careful with Parts in motion	Not trespassing safety guards	Wear the correct EPP

Detalle de Instrucciones del MP

1. Limpie el área o el punto de engrase
2. Asegurese de que sea la grasa y las cantidades correctas.
3. Limpie el área donde ha aplicado el lubricante.
4. Reporte cualquier anormalidad.

Chart



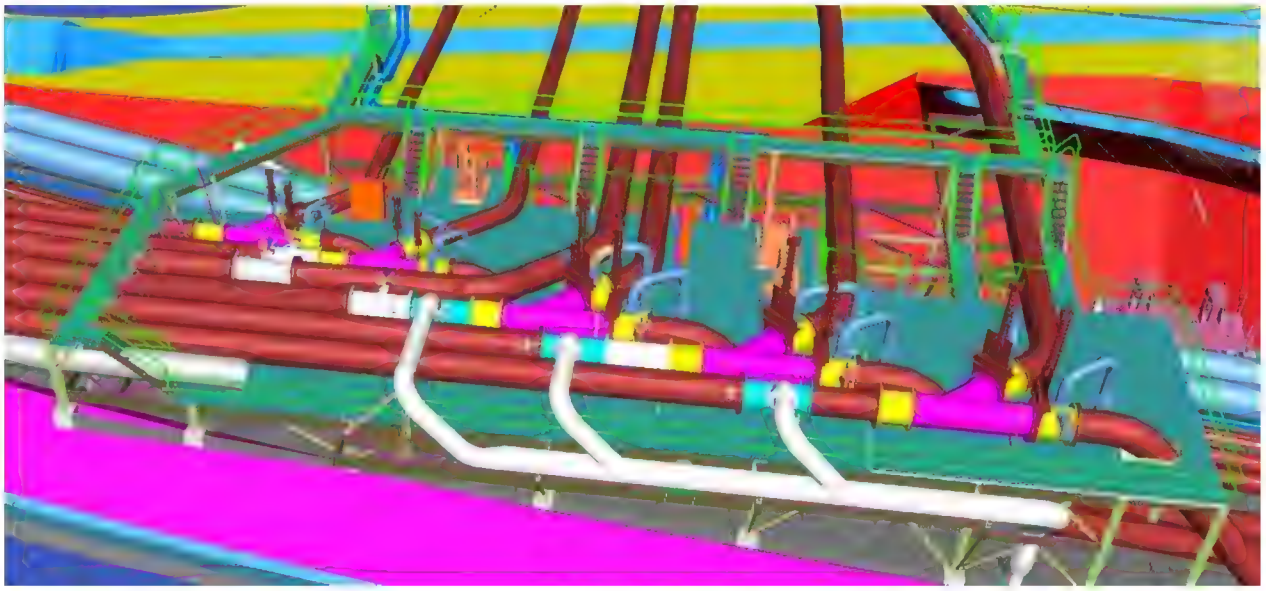
Valvula de descarga

Juntas

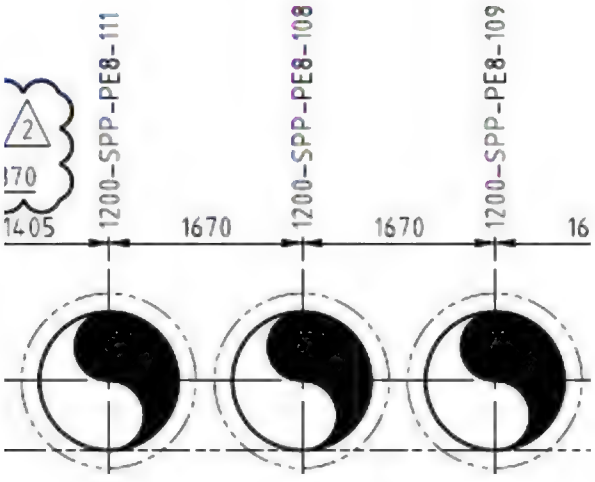
Tuercas y tornillos

MAINTENANCE REQUIRED	363-PI-1001	363-PI-1002	363-PI-1003	363-PI-1004
1. Inspect any leakage in the lines"s join, valves and relief valve				
2. Inspect if the bolts have high corrosion				

Condición a evitar

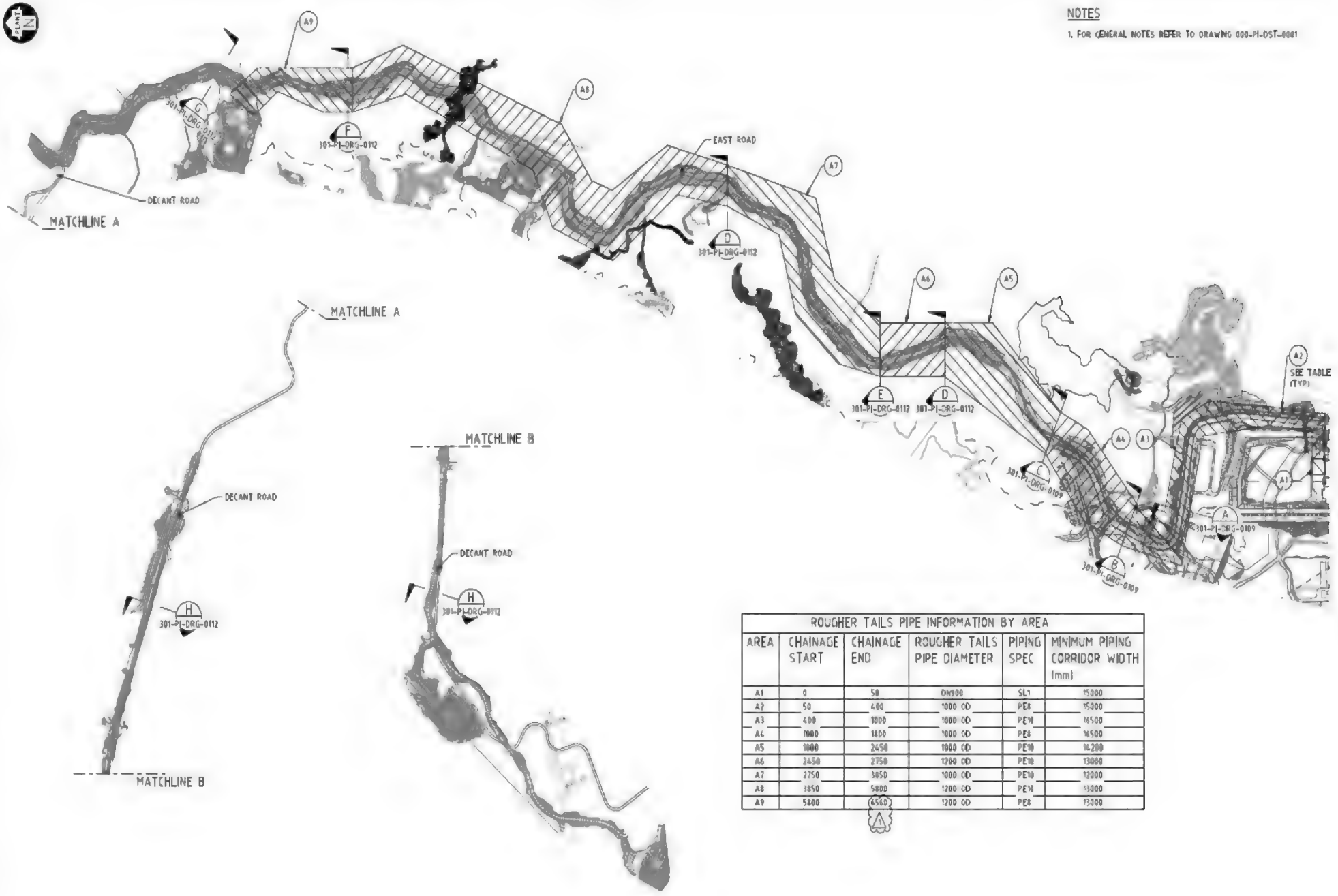


Estación de
Válvula



Vista frontal de la tubería

MANTENIMIENTO CORRECTIVO



NOTES

1. FOR GENERAL NOTES REFER TO DRAWING 000-PI-DST-0001

ROUGHER TAILS PIPE INFORMATION BY AREA

AREA	CHAINAGE START	CHAINAGE END	ROUGHER TAILS PIPE DIAMETER	PIPING SPEC	MINIMUM PIPING CORRIDOR WIDTH (mm)
A1	0	50	DN900	SL1	15000
A2	50	400	1000 OD	PE8	15000
A3	400	1000	1000 OD	PE10	14500
A4	1000	1800	1000 OD	PE8	14500
A5	1800	2450	1000 OD	PE10	14200
A6	2450	2750	1200 OD	PE10	13000
A7	2750	3850	1000 OD	PE10	12000
A8	3850	5800	1200 OD	PE16	13000
A9	5800	6560	1200 OD	PE8	13000

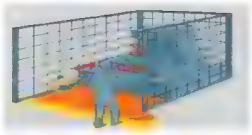
A

Línea	Codigo	Descripción de la Falla / Acción recomendada / Generación de la Orden de Trabajo	O/T

Línea	Codigo	Reparaciones y Ajustes llevadas a cabo / Completado	O/T

Supervisor	
Firma	
Fecha	

Completado por	
Firma	
Fecha	



Minera Panamá

TAREA	365D Prueba de torque en líneas HDPE de cola TPDP -260KM.	365D363M020_01

Proposito:	Esta instrucción de trabajo es parte de una estrategia de mantenimiento aprobada que se ha desarrollado para mantener la confiabilidad en la planta y cumplir con los estatutos medio ambientales.

PREREQUISITOS			
Personas	**EPP**	**Herramientas & Equipo**	**Competencias**
8 tecnicos mecanicos	EPP requeridos por el area	Torquimetros de 920Ft-lbs o 1247N.M	Manejo de herramientas mecanicas
	Guantes	Llaves de impacto	
	Tapones para oídos		
	Lentes de seguridad		

¡ADVERTENCIA!
La mayoría de los equipos estarán en funcionamiento, tenga en cuenta los peligros inherentes, *es decir,* no use ropa suelta, use guantes cuando corresponda. Algunas de estas comprobaciones incluyen tocar el equipo para sentir la vibración, si no es seguro hacerlo, NO LO HAGA.

CODIGOS DE CONDICION MP		
1	**Mala condición**	Necesita atención urgente
2	**Condición promedio**	Podría requerir atención
3	**Condición utilizable**	No requiere atención

APROBACION DETALLE DEL CONTROL	ESTATUS DEL DOCUMENTO:			
PREPARADO POR: Jhonatan Lorenzo	REVISION	0	FECHA DE EMISIÓN:	27/11/2020
APROBADO POR:	FECHA DE REVISIÓN:			
FIRMA DEL APROBADOR:	**365D Tail pipe torque test pump-260KM.**			

TPDP= Bomba de cola Tubería de Descarga

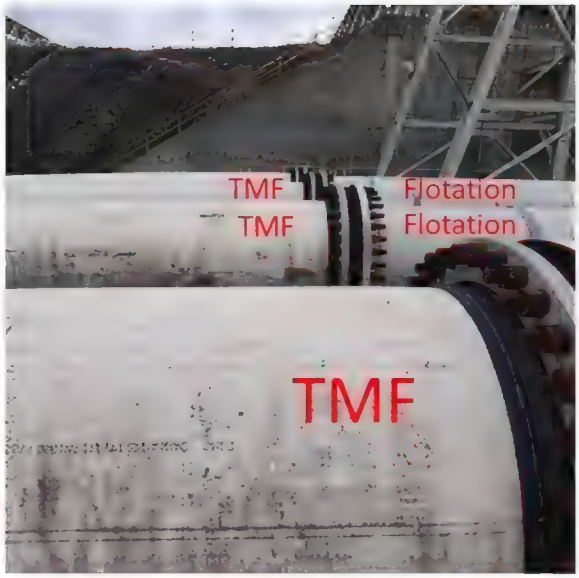
ACTIVIDADES DE PREPARACION

-Preparar Análisis de riesgo

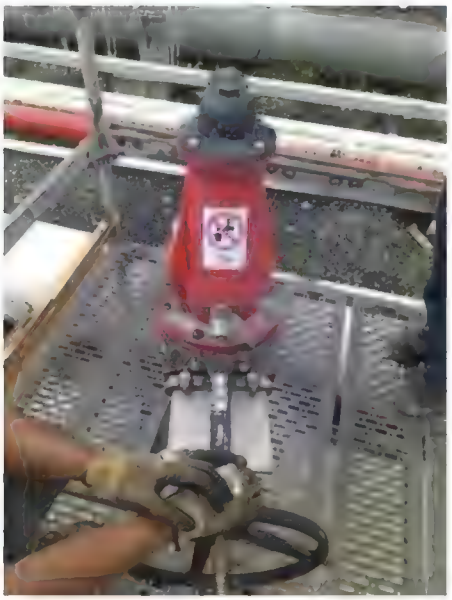
-Conocer el procedimiento operativo estándar SOP-001-SERV-ING válvulas desfogue

#	MANTENIMIENTO REQUERIDO	363-PI-1001	363-PI-1002	363-PI-1003	363-PI-1004
1	Verificar cualquier fuga en juntas y válvulas				
2	Aplicar **920 Ft.lbs** o **1247 N.M** de torque a 10 tornillos paralelos entre si				
3	De existir un tornillo por debajo del torque especificado marcar brida y comunicar a su supervisor, para realizar torque completo				
4	Inspeccionar las válvulas de venteo del tramo				
5	Realizar limpieza de componentes internos de válvula de venteo				

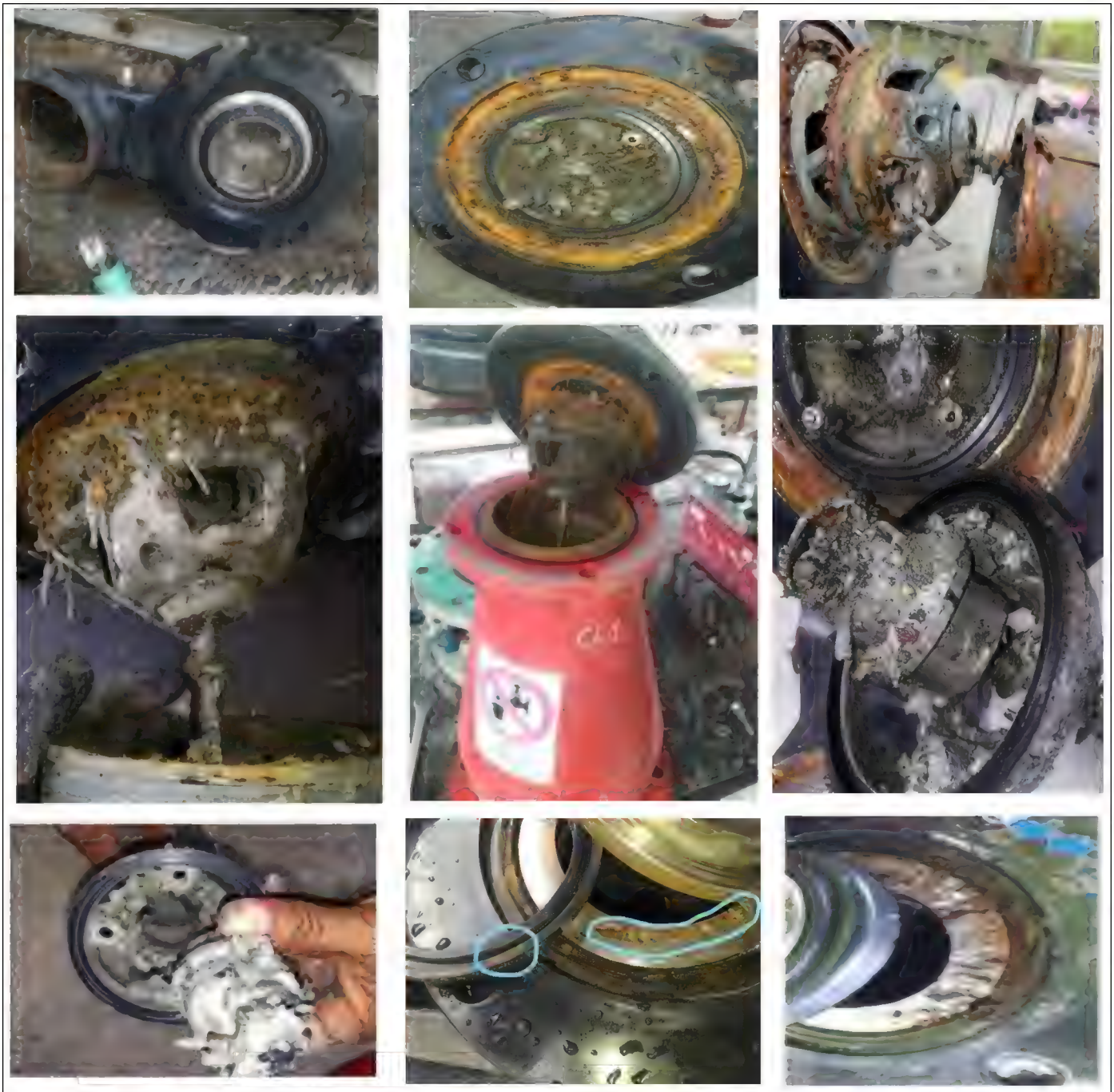
Proceso de torqueo y etiquetado



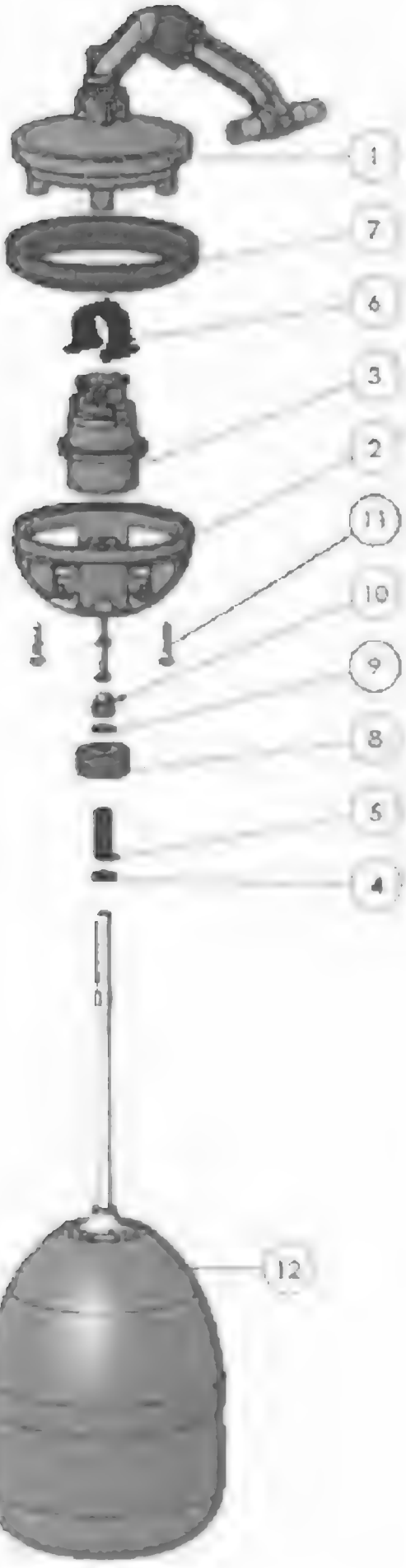
Punto de partida



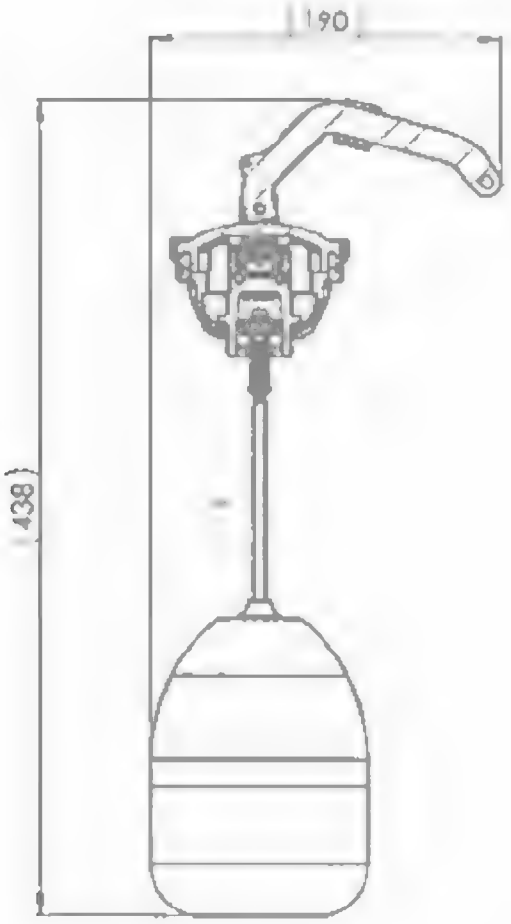
Valvula desaeradora



Componentes de válvula de venteo en mala condición



NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Riveted Disk arm assembly	1
2	Kinetic flap cover	1
3	Automatic flap	1
4	Float washer-12x6.1x2	1
5	Spring	1
6	Automatic seal	1
7	Kinetic seal	1
8	Float stopper	1
9	Washer M6 DIN 125	1
10	Domed nut M6- DIN 986 A2	1
11	Bolt-15x 3/4" DIN 7981C	4
12	PC Float_D-020	1



REGISTRO DE RETORQUE DE TUBERIA HDPE

Area N° : 301 Flange N°:

Linea N°: Sistema: TAILINGS

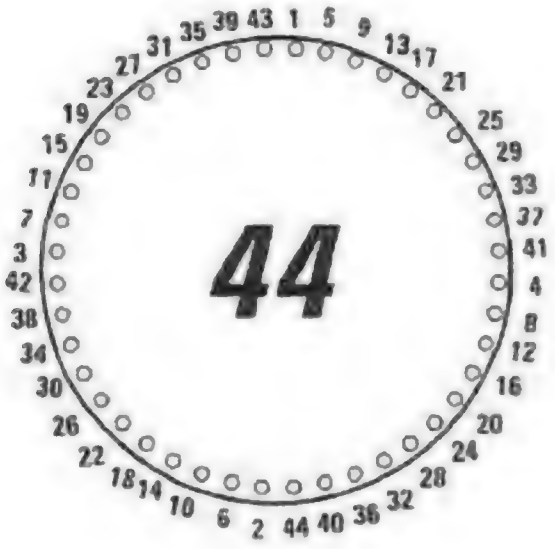
DATOS DE LA UNION

Diamtro de Tuberia:	1200 mm		Cantidad de Pernos:	44	Diametro de Perno:		1 1/2"
Grado de Perno:	B7		Torque Final FT-lbs:	920	Torque Final Nm:		1247
Caras estan alineadas y paralelas:	Si	No	Numeracion de sequencia marcada en la brida:		Si	No	

RETORQUE INICIAL

Paso	Torque Requerido [Ft-lbs]	Torque Requerido [N m]	Ejecutado OK
Sequencia Normal a 50% torque final.	460	623	
Sequencia Normal a 75% torque final.	690	935	
Sequencia Normal a 100% torque final.	920	1247	
Sequencia Rotacional sentido Horario a 100% torque final.	920	1247	

Observaciones:		EJECUTOR	APROBADOR
	Nombre:		
1 ½" studs Dry (no lube & slightly rusted) torque would be 920-1380 Ft-lbs (K=0.3)	Firma:		
Flange HDPE con HDPE	Fecha:		



Manual de operaciones, monitoreo y vigilancia

OMS

Depósito de almacenamiento de relaves

(TMF)

Mina de Cobre Panamá

Rev.	Fecha (DD/MM/YYYY)	Autor (Nombre)	Revisado (Nombre)	Revisado / Aprobado (Nombre)	Estado
-	16/08/2019	H. Barriga Y. Munoz	J. Sanchez	Marie Helen Turgeon	No se recibió más información por parte de FQML.
A	21/02/2020	H. Barriga Y. Munoz	J. Sanchez	Sin comentarios	Enviado para comentarios. Superado.
0	17/07/2020	H. Barriga Y. Munoz	J. Sanchez	-	Enviado para uso. FQML debe completar la información pendiente.

[Limitaciones del uso del documento]:

1. Esta versión del OMS ha sido preparada por Klohn Crippen Berger para uso, inclusión de información adicional y finalización por parte de First Quantum Minerals Ltd. Este documento debe ser revisado y actualizado por FQML como sea requerido.
2. El rol de KCB como Ingeniero de Registro (EOR, por las siglas en inglés de "Engineer of Record") fue suspendido el 17 de abril de 2020 a través de una notificación de "Fuerza Mayor" y luego dada por

culminada el 6 de junio de 2020 mediante comunicación escrita por parte de FQML. Este documento es enviado como parte de los entregables requeridos para el cierre de los servicios de KCB. KCB no acepta ninguna responsabilidad asociada

interpretaciones u observaciones por terceros a la información incluida en este documento. El soporte o guías futuras relacionadas a seguridad de la presa y operaciones del TMF deberán ser proporcionadas por el nuevo EOR de FQML.

3. KCB ha preparado este informe de manera consistente con el nivel de atención, habilidad y diligencia que los miembros de la misma profesión brindan normalmente para proyectos de naturaleza similar en el momento y lugar en que se prestaron los servicios. KCB no brinda ninguna garantía expresa o implícita.

4. Los archivos electrónicos adjuntos se proporcionan a FQML (Cliente) solo para información.

El uso o la dependencia en estos archivos electrónicos por parte del Cliente están sujetos a las siguientes condiciones:

1. Los archivos electrónicos están destinados al uso único y exclusivo del Cliente y no pueden ser utilizados ni confiables de ninguna otra manera ni con ningún otro fin por ninguna otra parte, sin el permiso por escrito de Klohn Crippen Berger (KCB).
2. El Cliente es consciente de que pueden existir diferencias entre los archivos electrónicos nativos y los instrumentos de servicio originales de KCB: la copia impresa y los documentos electrónicos [PDF o PDF/A] firmados y emitidos. En caso de conflicto entre los dos, regirán los instrumentos de servicio originales.
3. El Cliente acepta indemnizar, defender y mantener a KCB libre de toda demanda que resulte del uso no autorizado o de los cambios no autorizados realizados por el Cliente u otros en los archivos electrónicos, para fines que no sean los previstos.

ABREVIATURAS

CDA Canadian Dam Association

EPRP Plan de preparación y respuesta ante emergencias (por sus siglas en inglés, Emergency Preparedness and Response Plan)

ERP Plan de respuesta ante emergencias (por sus siglas en inglés, Emergency Response Plan) EOR Ingeniero de registro (por sus siglas en inglés, Engineer of Record)

IDF Flujo de tormenta de diseño (por sus siglas en inglés, Inflow Design Flood)

ITRB Junta independiente de revisión de relaves (por sus siglas en inglés, Independent Tailings Review Board) MAC Mining Association of Canada

NAG No generador de agua ácida (por sus siglas en inglés, Non-Acid Generating)

OMS Operación, Mantenimiento y vigilancia (por sus siglas en inglés, Operation, Maintenance and Surveillance)

PGA Aceleración pico del terreno (por sus siglas en inglés, Peak Ground Acceleration) QA Aseguramiento de la calidad (por sus siglas en inglés, Quality Assurance)

QC Control de calidad (por sus siglas en inglés, Quality Control)

TMF Depósito de almacenamiento de relaves (por sus siglas en inglés, Tailings Management Facility)

IFC Planos enviados para construcción (por sus siglas en inglés, Issued for Construction)

DISTRIBUCIÓN AUTORIZADA

First Quantum Minerals Ltd.
Health and Safety General Manager
First Aid
Comunidad:
Gobierno:
Contratistas/Consultores:

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 9
2. 2 INFORMACIÓN GENERAL 10
2.1 Descripción general del proyecto y ubicación 10
2.2 Historia del proyecto 12
2.3 Regulación, legislación, códigos y antecedentes de la práctica 13
2.4 Protección ambiental 13
2.5 Plan de salud y seguridad 13
3. ORGANIZACIÓN OMS 14
3.1 Organigrama 14
3.2 Roles, responsabilidades y autoridad 14
3.3 Manejo de cambios a través de la vida útil y actualización de documentos 15
3.4 Capacitaciones y competencias 15
3.5 Directorio de comunicaciones 16
3.6 Junta independiente de revisión de relaves 16
4. CONDICIONES DE SITIO 17
4.1 Accesos al sitio 17
4.2 Condiciones de sitio 17
4.2.1 Topografía 17
4.2.2 Clima e hidrología 17
4.2.3 Geología del macizo rocoso y perfil de meteorización 17
4.2.4 Hidrogeología 18
4.2.5 Sismicidad 18
4.3 Áreas de préstamo y canteras 18
4.4 Entorno ambiental y social 19
5. CRITERIOS DE DISEÑO Y PROPÓSITO DEL TMF 20
6. COMPONENTES DEL TMF 21
6.1 Planta de proceso y planta ciclones 21
6.2 Diques de arranque 21
6.3 Plataformas de enrocado 22

6.4 Sistema de subdrenaje 22
6.5 Tasa de crecimiento con arena cicloneada 23
6.6 Medidas de protección ante eventos tormenta 25
6.7 Estructuras de control del embalse del TMF 26
6.7.1 Torre de decantación y túnel 26
6.7.2 Canal de aproximación 26
6.7.3 Barcaza con bomba de recuperación de agua 27
6.7.4 Aliviadero de emergencia 27
6.8 Derivación de agua superficial 27
6.9 Colección y recuperación de filtraciones en el TMF 27
6.10 Otros componentes asociados al TMF 27
7. RELAVES 29
7.1 Diagrama de flujo de distribución 29
7.2 Cronograma de disposición de relaves 30
7.3 Geoquímica de los relaves 30
7.4 Características físicas de los relaves 30
8. MANEJO DE AGUAS DEL TMF 33
8.1 Conceptos de borde libre y ancho de playa 33
8.2 Estrategia de manejo de agua durante la operación en el TMF 34
8.3 Estrategia de manejo de agua en el TMF durante eventos tormenta 34
8.4 Balance de aguas 35
8.5 Efluentes de mina 35
9. DISPOSICIÓN DE RELAVES Y MANEJO DE AGUA DEL TMF 36
10. CONSTRUCCIÓN DEL TMF 37
10.1 Criterio de selección de materiales 37
10.2 Colocación y compactación de arena cicloneada (underflow) 37
10.3 Control y aseguramiento de la calidad durante la construcción 37
10.4 Modificaciones de diseño durante la construcción del dique de arranque 38
10.5 Informes de avance de construcción y registros as-built 39
11. PROCEDIMIENTOS DURANTE OPERACIONES 41
11.1 Diagrama de flujo operativo y límites de batería 41

11.2 Indicadores clave (críticos) de desempeño....41
12. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO....42
12.1 Calibración de rutina....42
12.2 Mantenimiento de rutina....42
12.3 Mantenimiento después de eventos extremos....44
13. PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA DEL TMF....44
13.1 Protocolo y procedimientos de seguridad....44
13.2 Niveles de alerta....45
13.3 Vigilancia visual (cualitativo)....47
13.3.1 General....47
13.3.2 Inspecciones de rutina....47
13.3.3 Inspecciones de seguridad de presas trimestrales o anuales....48
13.4 13.4 Vigilancia de instrumentación (cuantitativo)....48
13.4.1 Tipo de instrumentación....48
13.4.2 Frecuencia de vigilancia....50
13.4 Valores iniciales de alerta....51
14. PLAN DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS....53
14.1 General....53
14.2 Modos de falla potenciales....54
14.3 Efectos de inundación (Análisis de rotura de presas)....54
14.4 14.4 Procedimientos de comunicación EPRP....60
15. ESTRATEGIA DE CIERRE DEL TMF....61
16. PLAN DE MANEJO DE CRISIS....62
17. CIERRE....63
REFERENCIAS....64

Lista de tablas

Tabla 1 Resumen de nivel recomendado de conocimiento del OMS 15
Tabla 2 Resumen del Sistema de drenaje 23
Tabla 3 Resumen de características de relaves 31
Tabla 4 Resumen de disposición de relaves (FQML) 36
Tabla 5 Resumen de características de los relaves 36
Tabla 6 Actividades típicas de mantenimiento de rutina 43
Tabla 7 Actividades típicas de mantenimiento de rutina 43
Tabla 8 Niveles de alerta 45
Tabla 9 Vigilancia visual de rutina 48
Tabla 10 Parámetros de respuesta y número de instrumentos 49
Tabla 11 Frecuencia de lectura de instrumentos para construcción y operaciones 51
Tabla 12 Valores de alerta iniciales propuestos para el TMF 51
Tabla 13 Valores de alerta propuestos para otras estructuras 53
Tabla 14 Consecuencia y modos de falla potenciales 56

Lista de figuras

Figura 1 Vista en planta del TMF (KCB 2015) 11
Figura 2 Sección de dique del TMF (KCB 2015). Dique norte (superior) y Dique este (inferior) .. 12
Figura 3 Diagrama de estructura organizativa 14
Figura 4 Secuencia de recrecimiento de la presa (KCB 2018b – Ver Anexo XI-1) 25
Figura 5 Diagrama de flujo de distribución de relaves (FQML 2020) 30
Figura 6 Curva granulométrica – Arena Underflow 32
Figura 7 Criterios de manejo de agua del TMF 33
Figura 8 Diagrama de flujo del proceso de seguridad 45

Lista anexos

Anexo I Reportes: Dique de arranque (JVP 2013) y Recrecimiento de la presa con arena cicloneada (KCB 2015)
Anexo II Permisos y documentación reglamentaria
Anexo III Documentos de gestión ambiental Anexo IV Documentos de salud y seguridad Anexo V Documentación del OMS
Anexo VI Acceso al área TMF
Anexo VII Planificación y desarrollo de cantera y tajo abierto
TMF Anexo VIII Memorándum de bases de diseño TMF
Anexo IX Análisis de rotura de presa
Anexo X Documentación de planta de proceso y planta de ciclones
Anexo XI Secuencia de recrecimiento del TMF Anexo XII Estructuras de control del embalse TMF
Anexo XIII Plan de desvío de aguas superficiales y control de sedimentos en TMF Anexo XIV Sistema de colección y recuperación de filtraciones del TMF
Anexo XV Documentos de relaves en TMF Anexo XVI TMF Balance de agua
Anexo XVII TMF Estrategia de manejo de efluentes de mina
Anexo XVIII TMF Modelo de disposición de relaves Anexo XIX TMF Documentación de construcción Anexo XX TMF Documentación de operaciones Anexo XXI TMF Instrumentación y sistema ADAS
Anexo XXII Plan de preparación y respuesta a emergencias en sitio (EPRP) Anexo XXIII Estrategia de cierre
Anexo XXIV TMF planificación ante crisis

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el Manual de operaciones, mantenimiento y vigilancia (Operation, Maintenance and Surveillance, OMS, por sus siglas en inglés) de los diques norte y este del depósito de almacenamiento de relaves (Tailings Management Facility, TMF, por sus siglas en inglés) en el proyecto Mina de Cobre Panamá, de propiedad y operada por Fist Quantum Minerals Ltd (FQML).

Este manual aplica específicamente al TMF del proyecto Mina de Cobre Panamá y describe procedimientos e instrucciones para operaciones, mantenimiento y vigilancia.

Los objetivos del presente OMS son:

- definir roles, responsabilidades, y calificaciones del personal clave asignado a la operación y manejo del TMF para realizar las actividades descritas en este documento.
- definir procedimientos de comunicación y operación de, no limitándose a, la disposición de relaves, el manejo de aguas, vigilancia, la documentación y el reporte.
- establecer planes de preparación para la vigilancia del TMF con énfasis en controles críticos y prevención de situaciones de emergencia ante modos de fallas posibles y mitigación de impactos aguas abajo del TMF (EPRP).
- establecer requisitos de capacitación y pruebas para actualizar el OMS y el EPRP.
- establecer requisitos de capacitación y pruebas para actualizar el OMS.

El manual OMS sirve para atender las condiciones relacionadas con el funcionamiento normal y el control del TMF. Mientras que el EPRP es el plan activado por un personal designado y capacitado de FQML ante una pérdida o una posible pérdida de control (emergencia) en el TMF. Sin embargo,, ambos documentos deben estar alineados, sin vacíos funcionales entre la operación normal y una respuesta de emergencia.

El OMS y el EPRP son documentos vivos y requieren revisiones periódicas (mínimo una vez al año) y ser probados frecuentemente por parte de FQML

para asegurar que los planes son actuales y que son adecuados ante una emergencia en base a las condiciones actuales de sitio y la etapa en el ciclo de vida del TMF. La vida útil del TMF incluye:

Construcción inicial: Comprende estructuras e infraestructura que deben estar en su lugar antes de que comience la disposición de relaves (es decir, la construcción de un dique de arranque, tuberías de relaves, accesos e infraestructura de manejo de aguas asociada).

Operaciones: Comprende la construcción de recrecimientos posteriores para las estructuras e infraestructura.

Cierre: Cuando culmine la disposición de relaves en el depósito, las estructuras y la infraestructura asociada se retiran y se implementa el cierre.

Post cierre: Cuando se complete todo el trabajo de desmantelamiento, se hayan implementado los aspectos clave del plan de cierre y se haya pasado al mantenimiento y vigilancia a largo plazo.

Una respuesta efectiva depende tanto de la preparación local como de la pronta respuesta de la administración de la mina y de las autoridades locales.

2. 2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 Descripción general del proyecto y ubicación

El proyecto Cobre Panamá se encuentra en el distrito de Donoso, provincia de Colón en Panamá, a
125 km al oeste de la ciudad de Panamá y a 20 km del mar Caribe. La operación comprende tres tajos abiertos: Botija, Colina y Valle Grande. Además del cobre, también recuperará oro, plata y molibdeno. La vida de la mina (LOM) es de 31 años.

El procesamiento del mineral requiere la construcción de una planta de proceso de concentración y un depósito para almacenar relaves (TMF). El TMF tiene una vida operativa de 18 años para una capacidad de almacenamiento de 1.5 Bt. Luego de esto, los relaves restantes se depositarían en los tajos abiertos cerrados. Referirse a la Figura 1 para ver el plan del TMF.

El área de captación del TMF es de aproximadamente 30 km^2, con el embalse de TMF cubriendo un área de aproximadamente 20 km^2. Los relaves están confinados por los diques norte y este y por la topografía ascendente hacia el oeste, este y sur. Los diques de arranque tienen una cresta con
El.76 m. Durante la operación se requerirá un dique oeste y una estructura de retención sur.

El TMF se recrecerá con arena obtenida del sistema de ciclones (underflow) colocada hidráulicamente y compactada hasta una cresta final con El.146 m. Referirse a la Figura 2.

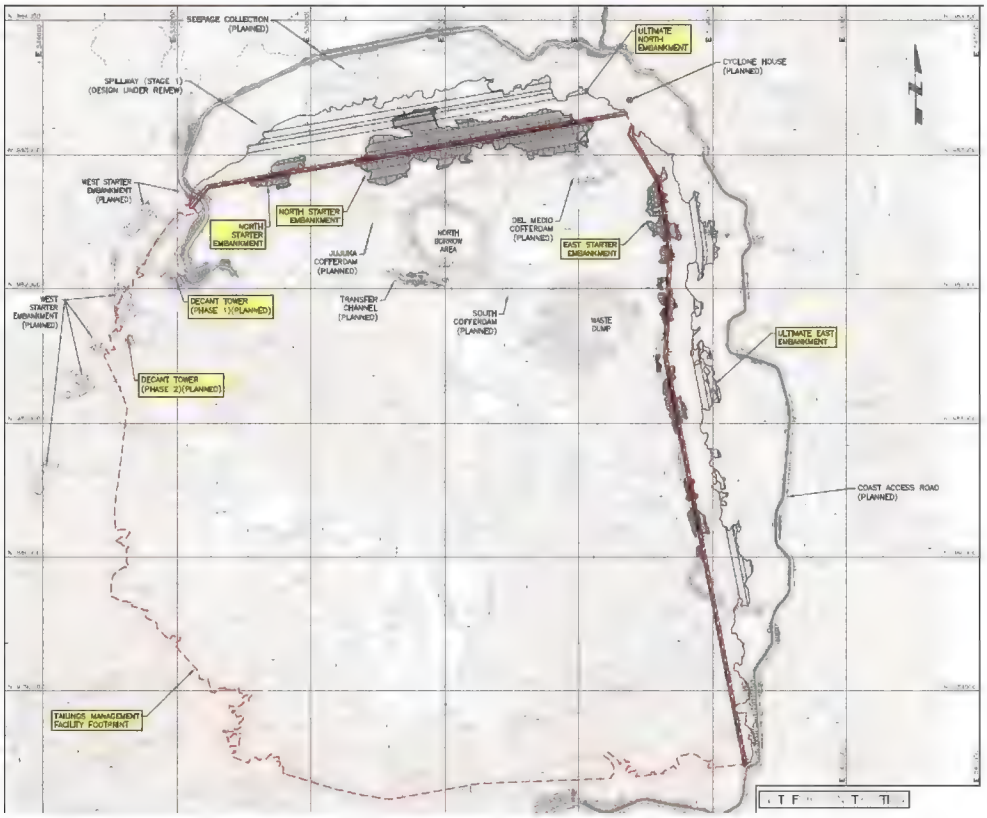


Figura 1 Vista en planta del TMF (KCB 2015)

El proyecto se encuentra en un área de clima húmedo con una precipitación anual promedio de aproximadamente 4500 mm. La fundación del sitio consiste en un perfil de meteorización de suelo residual delgado, saprolito hasta 20m de profundidad, y una zona de transición (denominada saprock) a basamento rocoso de granodiorita o de andesita fresca. En zonas cercanas a ríos y arroyos se encuentra material coluvial y/o aluvial sobre este perfil de meteorización.

Los materiales de construcción comprenden saprolito de préstamo y roca (no generadora de ácido) procesada de una cantera ubicada dentro del área de embalse, y luego extraídas de los tajos abiertos cuando la cantera inicial se inunda por el crecimiento de la poza de relaves.

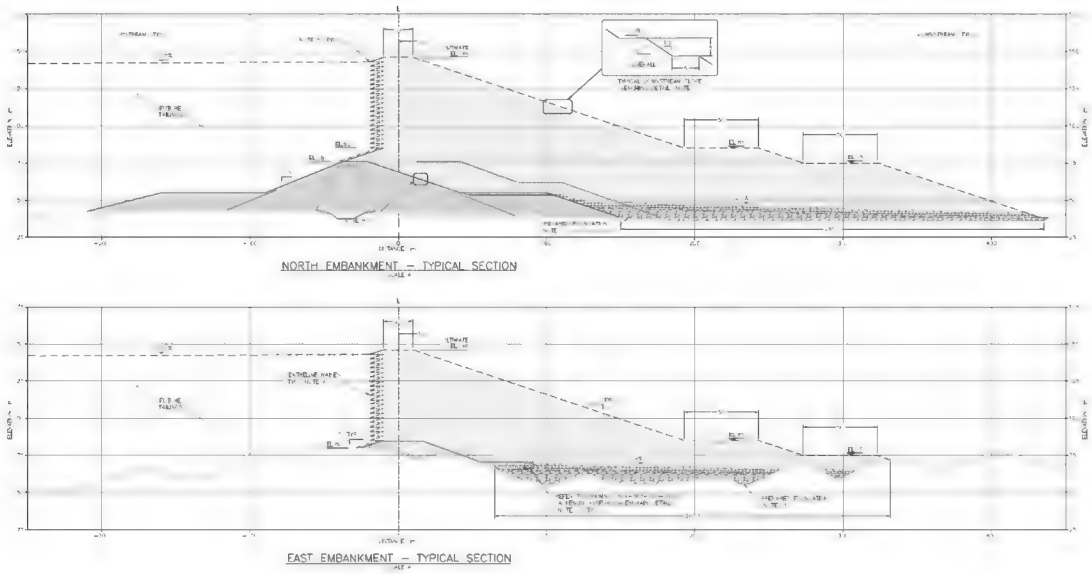


Figura 2 Sección de dique del TMF (KCB 2015). Dique norte (superior) y Dique este (inferior)

2.2 Historia del proyecto

Se completaron varios estudios de diseño y programas de investigación del sitio entre el 2008 y el 2013 en el TMF. El diseño del dique de arranque fue realizado por Joint Venture Panama Ltd. (JVP), cuya participación en el proyecto finalizó en el 2013 después de que FQML se adjudicara y completara el diseño del dique de arranque. Se involucró a una Junta independiente de Revisión de Relaves (Independent Tailings Review Board, ITRB, por sus siglas en inglés) desde junio de 2010 hasta enero de 2013 para revisar el trabajo de diseño del dique de arranque. Referirse a los documentos en el Anexo I.

FQML finalizó los planos para construcción (issued-for-construction, IFC, por sus siglas en inglés) y las especificaciones técnicas para los diques de arranque, firmados por el ingeniero de registro (engineer of record, EOR, por sus siglas en inglés), Sr. Doug Cooper. La construcción de los diques de arranque comenzó a principios de 2014 y se completó en el 2019. FQML realizó algunas modificaciones de diseño durante la construcción (consulte la Sección 10).

En el 2014 Klohn Crippen Berger (KCB) realizó una evaluación de alternativas (Trade-Off Assessment) para evaluar la alternativa preferida de diseño de recrecimiento de diques de underflow sobre los diques de arranque. La

alternativa preferida acordada con FQML consistió en un dique de arena cicloneada compactada aguas abajo, cambiando a un recrecimiento de eje central después de que se establezca una amplia playa de relaves después del Año 3. Se prepararon planos IFC y especificaciones para el recrecimiento del dique de underflow, que usaron como base el trabajo realizado por JVP y FQML desde 2013 (ver Anexo I).

En el 2019, el agua comenzó a acumularse en el embalse del TMF. Desde principios de 2019, FQML comenzó a depositar relaves desde el extremo sur y desde las crestas del dique de arranque usando puntos de descarga sub-aereos. La planta de ciclones comenzó la producción de arena (underflow) en noviembre de 2019. La colocación hidráulica en el sector N1 del dique de arranque norte comenzó en diciembre de 2019 y ha continuado hasta la fecha.

2.3 Regulación, legislación, códigos y antecedentes de la práctica

Este OMS fue desarrollado de acuerdo con las guías de la Mining Association of Canada (MAC 2019a, MAC 2019b), con aportes de la Canadian Dam Asociation (CDA), Dam Safety Guidelines (2007, con revisión de 2013) y el Technical Bulletin for Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams (2019).

FQML es responsable del cumplimiento de los reglamentos, la legislación y los códigos locales. La información sobre permisos y regulaciones para el proyecto Cobre Panamá se encuentra en el Anexo II.

2.4 Protección ambiental

El TMF está diseñado para almacenar relaves, de acuerdo con los estándares ambientales internacionales. El personal operativo de FQML debe tener una comprensión clara de los problemas ambientales clave y los criterios locales jurisdiccionales de cumplimiento asociados con el TMF.

La vigilancia ambiental se realizará de manera rutinaria por FQML. Se requiere que los operadores y los supervisores reporten cualquier situación en la que no haya protección ambiental y tomen medidas correctivas según corresponda para proporcionar un rendimiento aceptable de la instalación.

El programa de manejo ambiental de FQML se proporciona en el Anexo III.

2.5 Plan de salud y seguridad

El Plan de salud y seguridad de todo el sitio, que incluye los requisitos e inducciones requeridas para el personal que trabaja en el TMF, se proporciona en el Anexo IV.

3. ORGANIZACIÓN OMS

3.1 Organigrama

La Figura 3 muestra la estructura organizativa interna de FQML para operar el TMF. El organigrama detallado se proporciona en el Anexo V-1. Los roles y responsabilidades se describen en la Sección 3.2. La estructura organizativa debe revisarse y actualizarse a lo largo de las operaciones o cuando ocurran cambios de personal responsable.

Sub Gerente General
Gerente de operaciones y balance hídrico en TMF
Supervisor QC/QA
Ingeniero de recursos hídricos
Senior Supervisor de la planta de cicloneo
Planificador a largo plazo de control de proyectos
Ingenieros Senior de campo
Nivel Naranja
Nivel Naranja
Topografía
Gerente de operaciones de cantera
Especialistas en presa de arena cicloneada
Especialista en planta de cicloneo
Planificador de mantenimiento de planta fija

Figura 3 Diagrama de estructura organizativa

3.2 Roles, responsabilidades y autoridad

FQML se compromete a proporcionar liderazgo y asumir responsabilidad y

autoridad del OMS y la seguridad del TMF. La persona en sitio directamente responsable de la seguridad del dique y todas las estructuras asociadas, propiedad y operada por FQML, es el gerente de operaciones y balance de agua del TMF (gerente del TMF). Si el gerente TMF no está disponible o no se puede contactar, se debe contactar a su suplente designado por FQML.

El personal responsable de cada área TMF debe tener pleno conocimiento del manual OMS y reconocer con su firma tener pleno conocimiento y comprensión de su contenido. Las funciones y responsabilidades de cada miembro del equipo se resumen en el Anexo V-2.

3.3 Manejo de cambios a través de la vida útil y actualización de documentos

FQML debe actualizar el manual OMS para garantizar que los planes estén actualizados, de la siguiente manera:

mínimo 1 vez al año.

- después de cualquier cambio corporativo o en el equipo o personal responsable del TMF.
- después de cualquier cambio en el diseño (es decir, configuración de la sección del dique o zonificación) u operación (es decir, aumento en la producción o calibración de los modelos de balance de agua o balance de masa).
- después de cualquier parada temporal de la operación.
- después de que se haya excedido o cambiado un indicador clave de rendimiento del TMF.
- antes o después de un cambio en la vida útil del TMF.

El OMS debe ser controlado por el gerente del TMF o la persona designada por FQML como se discutió en la Sección 3.2 y cada revisión numerada, y las versiones antiguas archivadas. Referirse a la página de control de documentos al comienzo de este documento.

3.4 Capacitaciones y competencias

FQML deberá llevar a cabo un taller de capacitación sobre el OMS para todo el personal involucrado, en el cual se deberá realizar un registro completo de asistencia. La Tabla 1 resume los conocimientos mínimos

recomendados.

FQML dirigirá el taller de capacitación. El taller cubrirá el OMS, centrándose en los controles de diseño, los aspectos operativos del sistema de recuperación de agua, la disposición de relaves, el manejo de agua y una revisión detallada de la construcción, mantenimiento y vigilancia del TMF. La documentación debe incluirse en el Anexo V-3.

Tabla 1 Resumen de nivel recomendado de conocimiento del OMS

Posición	Capacitación de inducción	Revisión del plan del manual de operaciones	Revisión del reporte CQA	Revisión del manual de operaciones	Capacitación de planes de respuesta ante emergencias	Capacitación en salud ocupacional y seguridad	Capacitación Ambiental
Gerente de operaciones y balance de aguas del TMF	X	X	X	X	X	X	X
Planificador a largo plazo de control de proyecto	X	X	X	X	X	X	X
Planeamento-Controlador de projectosl	X	X	X	X	X	X	X
Supervisor QC/QA	X	X		X	X	X	X
Supervisor senior de la planta de ciclones	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniero de recursos hídricos	X	X		X	X	X	X
Gerente de construcción	X	X		X	X	X	x
Ingenieros de campo senior	X	X		X	X	X	X
Técnico eléctrico/mecánico	X	X	X	X	X	X	X
Diseñador (ingeniero responsable)	X	X	X	X		X	

3.5 Directorio de comunicaciones

En el Anexo V-4 se proporciona un directorio de comunicación. Este directorio muestra información del personal dentro y fuera del sitio y debe ser actualizado por FQML, una vez cada 6 meses o según se indique en la Sección 3.3.

3.6 Junta independiente de revisión de relaves

FQML deberá implementar una junta independiente de revisión de relaves (independent Tailings Review Board, ITRB, por sus siglas en inglés) para el TMF. El ITRB llevará a cabo una revisión independiente de la seguridad del dique y los estudios de ingeniería del TMF.

Un ITRB emitirá un reporte de observaciones, desde el cual FQML y el (Ingeniero de registro EoR) deberán atender las observaciones en el menor tiempo posible y, si es necesario, el EoR deberá realizar un análisis geotécnico complementario. Este procedimiento se realizará, como mínimo, anualmente.

4. CONDICIONES DE SITIO

4.1 Accesos al sitio

En el Anexo VI se proporciona información - disponible y planificada por FQML - de los accesos hacia y dentro del TMF, los cuales se usan para vigilancia, reparación o mitigación para contener cualquier daño potencial.

Si el acceso no está disponible para un posible escenario de falla (asumiendo que el actual acceso no está disponible); FQML debe desarrollar e incluir un plan para un acceso alternativo para garantizar que dicho acceso se desarrolle de manera oportuna para la próxima revisión de esta OMS.

4.2 Condiciones de sitio

En esta sección se proporciona un resumen de las condiciones del sitio. Consulte JVP (2013) y KCB (2015).

4.2.1 Topografía

El TMF se sitúa en un área de topografía ondulada con ángulos de terreno entre 20° y 45°. Río Jujuka y Río del Medio drenan a través de la línea central de la presa norte, que fluye de norte a noreste con pendientes que varían de 1% a 5%. El dique Este está ubicado cerca de una división de cuenca local con terreno ascendente hacia el este.

4.2.2 Clima e hidrología

La precipitación promedio anual es alrededor de 4500 mm, con precipitaciones mensuales promedio de 350 mm. La temporada "húmeda" ocurre de octubre a diciembre, mientras que la temporada "seca" ocurre de febrero a marzo. La tasa de evaporación anual es 1134 mm, con una evaporación mensual de 72 mm a 133 mm. La temperatura del aire varía de 20°C a 32°C. El área de captación del TMF es de aproximadamente 30 km^2. La Precipitación Máxima Probable (PMP 24 horas) es 1010 mm. La precipitación diaria es de 394 mm para un periodo de retorno de 1:100 años, y 484 mm

para un periodo de retorno de 1:1000 años.

4.2.3 Geología del macizo rocoso y perfil de meteorización

El basamento rocoso del sitio se compone de granodiorita del batolito de Petaquilla y andesita verde oscura. El perfil de meteorización se extiende a una profundidad promedio de más de 20 m y consiste en un suelo residual sobre saprolito, luego la transición saprolito/roca (saprock) a un lecho de roca fresca. El saprolito es típicamente más grueso sobre los altos topográficos y si se forma a partir de andesita. El saprock comprende piedras centrales dentro de una matriz de suelo y se

gradúa hacia arriba hasta el saprolito. Otras unidades transportadas de suelos coluviales y fluviales están presentes principalmente en los canales naturales de drenaje y en la base de los riscos.

4.2.4 Hidrogeología

El agua subterránea es controlada por el relieve topográfico local y las unidades geológicas. Los niveles de agua están cerca de la superficie, a lo largo de los fondos de los valles, y de 5 m a 10 m de profundidad en los riscos. La porción superior del perfil meteorizado (es decir, aluvial a saprock) drenan de manera eficiente y puede comportarse como una sola unidad hidro-estratigráfica, con una capacidad de almacenamiento relativamente alta y una conductividad hidráulica media a baja.

4.2.5 Sismicidad

El TMF se encuentra en una zona altamente sísmica. Los terremotos son generados por las placas de Nazca y Cocos que se subducen / interactúan con la placa del Caribe. Se producen terremotos en la placa de Nazca en subducción, en la interfaz de subducción y en la placa mini-continental. Diversos consultores han realizado evaluaciones de riesgo sísmico (SHA según sus siglas en inglés por Seismic Hazard Assessment) para el sitio de la mina, incluidos AMEC Geomatrix (2011), Geo Consultores (2013) y la Universidad de Panamá (2013). El peligro sísmico de Panamá también se ha estudiado ampliamente para la nueva expansión del Canal de Panamá. Esto ha incluido la excavación de zanjas en las zonas fallas, lo que ha demostrado que Panamá ha experimentado grandes terremotos recientes, a pesar de ser relativamente inactivo en comparación con las áreas vecinas.

Las aceleraciones máximas del suelo (PGA según sus siglas en inglés por Peak Ground Acceleration) varían entre las tres evaluaciones de riesgo sísmico debido a la variación de los supuestos para las funciones de atenuación, límites zonales, etc. FQML estipuló que se adopten los resultados del estudio de la Universidad de Panamá (2013), el cual a su vez se basa en resultados del informe Geo Consultores (2013). El PGA para un período de retorno de 1:10,000 años es de 0.56 g.

4.3 Áreas de préstamo y canteras

El Anexo VII-1 incluye la planificación y el desarrollo de la cantera TMF, utilizada para extraer material granular y relleno de roca para la construcción de la presa. En diciembre de 2019, el recrecimiento del embalse invadió la cantera TMF; por lo tanto, esta cantera fue abandonada y se permitió que se llenara con agua y relaves. Después de diciembre de 2019, el material rocoso es extraído del tajo abierto Botija. Los documentos relacionados con la operación en Botija figuran en el Anexo VII-2.

El saprolito proviene de áreas de préstamo locales ubicadas dentro de la huella de la presa y la cuenca. Los detalles de estas actividades se muestran en el Informe de Registro de Construcción (CRR) de FQML incluido en el Anexo XIX-5.

4.4 Entorno ambiental y social

La evaluación ambiental y social del proyecto Cobre Panamá se encuentra en el Anexo III.

5. CRITERIOS DE DISEÑO Y PROPÓSITO DEL TMF

El Anexo VIII incluye el Memorándum de Bases de Diseño (DBM por sus siglas en inglés por Design Basis Memo) que describe las bases y los criterios para el diseño de Sand Dam Raise (KCB 2015). El DBM deberá ser actualizado con los cambios de diseño.

El propósito del diseño del TMF es:

- construir una presa de arena cicloneada, densa, dilatante al corte, y con buena capacidad de drenaje, recrecida sucesivamente a medida que el nivel de embalse aumente.
- mantener los requisitos de almacenamiento de eventos tormenta y borde libre mientras se establece una playa de relaves ancha para mantener los niveles de embalse operativos y de tormenta lejos del dique de arena.
- operar y monitorear el TMF de manera que pueda prevenir y

mitigar la filtración excesiva, la inestabilidad, y la erosión, con el fin de mantener la seguridad y cumplir con los requisitos de permisos.

En 2018, KCB desarrolló un estudio preliminar de rotura de presas (ver Anexo IX) para informar la clasificación de la presa de acuerdo con las consecuencias de fallas, siguiendo los lineamientos de la Canadian Dam Association (CDA 2013, CDA 2014-al momento del estudio). Los efectos de una rotura de la presa se describen en la Sección 14.3.

El TMF se clasifica como una estructura de consecuencias extremas y, por lo tanto, está diseñado para:

transportar (routing) a través de la torre de decantación el IDF (Inflow Design Flood) establecido como el evento de precipitación máxima probable (PMP), para una duración de 24 horas. FQML ha incluido las siguientes contingencias sobre el nivel de PMF para estimar los niveles mínimos de cresta en la presa para planificar la construcción:

- transportar un período de retorno de 1:100 años, para un evento de 24 horas; y,
- agregar contingencia para el oleaje, estimado como mínimo de 1.2 m de altura.
- cumplir con los criterios de estabilidad para un evento sísmico en un período de retorno de 1:10 000 años (PGA de 0.56 g).

Después de que se establezca una amplia playa de 600 m (prevista para el Año 3 en el modelo de disposición de FQML 2015), la elevación de la presa de arena cicloneada pasará del método aguas abajo a un método de eje central. El momento para este cambio dependerá de la estrategia de disposición y el cumplimiento del ancho mínimo requerido de la playa de relaves.

Los relaves se bombearán como lodos desde la planta de proceso al TMF, las tuberías de distribución se acercarán al área de TMF desde la esquina sureste y se extenderán hacia el norte o el oeste a lo largo del perímetro sur del embalse. Los relaves dirigidos hacia el norte se descargarán de las espigas (spigots) a lo largo de las crestas del dique o se desviarán a la planta de ciclones para producir arena para la construcción del dique.

El sistema de distribución de relaves considera puntos de descarga a lo largo de las crestas para evitar la formación de dos pozas de decantación

separadas y así controlar la operación de la barcaza de recuperación.

6. COMPONENTES DEL TMF

En esta sección se resumen los componentes principales del TMF.

6.1 Planta de proceso y planta ciclones

El Anexo X incluye una descripción detallada de la planta de proceso y la operación de la planta de ciclones, así como los Procedimientos de Operación Estándar (SOP según sus siglas en inglés por Standard Operation Procedures).

6.2 Diques de arranque

Los diques de arranque Norte y Este son del tipo earthfill (relleno de tierra) con un núcleo central de saprolito compactado soportado por saprolito más grueso compactado, o por enrocado. Se incluye una transición de filtro aguas abajo del núcleo para el drenaje y la compatibilidad del filtro hacia materiales más gruesos. Se incluyen bermas de contrafuerte aguas arriba y aguas abajo para cumplir con los criterios de estabilidad. Consultar JVP (2013).

Los diques de arranque Norte y Este tienen una longitud de 3.5 km y 5 km y una altura de 40 m y 30 m, respectivamente. La presa en su etapa final, construida con arena cicloneada compactada llegará a la elevación 146 m con una altura de 107 m.

Las estructuras que comprenden las presas de arranque son:

Dique de arranque Norte (de este a oeste):
- Sector N1 (completado hasta la elevación 76 m)
- Sector N2 (completado hasta la elevación 76 m)
- Sector N3 (completado hasta la elevación 76 m), y
- Sector N4 (completado hasta la elevación 76 m).

Dique de arranque Este (de norte a sur):
- Sector E1 a E8 (completado hasta la elevación 76 m)
- Sector E9 (completado hasta la elevación 76 m), y
- Sector E10 (planificado).

Dique Este (planificado – requerido después del año 2).

South Bund (planificado – requerido después del año 4).

Se construyeron "cofferdams" o diques de derivación en los ríos Del Medio y Jujuka y se construyeron canales de drenaje para desviar el agua hacia la torre de decantación. También se construyeron canales de desvío temporales durante las actividades de construcción. Consultar el registro de construcción de FQML en el Anexo XIX-5.

6.3 Plataformas de enrocado

Las plataformas de enrocado se encuentran aguas abajo de los diques de arranque y proporcionan un área más plana, amplia y drenada para la colocación hidráulica de arena en terrenos difíciles. Las plataformas se encuentran en los tres drenajes principales de la presa norte, así como en las zonas bajas locales en la presa este. Las plataformas son inclinadas para mantener una pendiente positiva después de que la base se asiente debido a la carga creciente de la presa. En el este, las plataformas se inclinan para controlar la escorrentía hacia un área de recolección o un canal de desvío, o son relativamente horizontales cuando están confinadas por terreno.

Las plataformas de enrocado se diseñaron con los siguientes criterios:

- ser compatible con la Zona 9 (dren primario). Cuando esto no sea posible, se colocará una capa de transición de la Zona 7A compatible con el filtro entre el enrocado y la Zona 9.
- ser drenante para evitar que las presiones piezométricas se eleven hacia la arena cicloneada y drene cualquier descarga de agua subterránea de la base.
- ser predominantemente granular con pocos finos para reducir el asentamiento bajo la carga de la presa.
- tener una mayor resistencia que la fundación de saprolito cuando sea sometida a cargas estáticas y sísmicas.

El diseño especifica la Zona 7 (Rockfill) para las plataformas de enrocado. El límite más fino de la Zona 7 fue modificado para asignar los materiales disponibles. La zona modificada ahora se llama Zona 7B. Las plataformas de enrocado se construyeron hasta el pie de la etapa final.

6.4 Sistema de subdrenaje

El sistema de subdrenaje: (a) mantendrá el nivel piezométrico bajo y la arena no saturada, (b) deberá tener un espesor suficientemente para mantener la conexión hidráulica después de deformaciones y servir como un filtro de transición a las plataformas de enrocado, y (c) ser de buena calidad sostenible y no degradable (es decir, que no genere ácido).

Debido a que las fuentes de roca y la capacidad de producción de FQML son limitadas y se requiere acelerar la preparación de celdas hidráulicas para la colocación de arena, se modificaron los espesores del sistema de drenaje bajo la condición que la arena cicloneada (underflow) mantenga su gradación y una conductividad hidráulica más alta que el diseño de KCB (2015). Consulte KCB 2020.

Tabla 2 Resumen del Sistema de drenaje

Ubicación	Material	Espesor mínimo (m)
Talud agua abajo del dique de arranque	Zona 3	1.0 (perpendicular al talud)
Contrafuertes aguas abajo y plataformas de enrocado. Dren primario	Zona 3	0.6
	Zona 9	1.5
Manta drenante sobre terreno natural	Zona 3	0.6
Drenes tipo francés	No modificado – Consulte planos IFC	

El dren primario se encuentra sobre la berma de apoyo aguas abajo del dique de arranque y sobre las plataformas de enrocado. Los drenes tipo francés son drenajes estrechos (incluidos en áreas aisladas para mejorar el drenaje La manta drenante está presente sobre la mayoría de la fundación y transporta las filtraciones debido a la lluvia, filtración del embalse o la colocación de la celda hidráulica hacia un drenaje primario o un dren tipo francés.

La topografía compleja crea un sistema de drenaje desafiante para el TMF. El drenaje del dique de la presa depende de la conectividad hidráulica entre el dren tipo francés y la manta drenante para transportar agua hacia el drenaje primario, especialmente en áreas confinadas por la topografía.

El subdrenaje se construirá progresivamente a medida que se extiende el pie del dique de arena. En algunas áreas puede ser ventajoso avanzar los subdrenajes muy por delante del relleno de arena.

6.5 Tasa de crecimiento con arena cicloneada

La configuración final de la presa (ver Figura 2) tiene un ancho de cresta mínimo de 20 m y un talud aguas debajo de 3H:1V con bermas de apoyo de 50 m de ancho. La tasa de crecimiento depende de la tasa de colocación de arena requerida para lograr la configuración de presa mínima para mantener el borde libre. La secuencia de recrecimiento de la presa basada en el modelo de depósito DECA (2018) adoptado por FQML se encuentra en el Anexo XI-1. FQML actualizó el modelo de disposición el 2020 pero mantuvo la configuración y recrecimientos propuestos el 2018 (solo variarían los tiempos requeridos para cada configuración). El modelo 2020 de FQML consideró:

- Desarrollar una playa de relaves amplia y más alta de lo requerido en la presa Norte. La sección inicial de la presa Norte se elevará a la elevación 85 m mecánicamente utilizando arena subterránea. Idealmente, la playa de relaves más alta (hipotéticamente) no se inundará durante el evento tormenta.
- Concentrar la descarga en la presa Este dará como resultado una playa de relaves más baja en la presa Norte. Por lo tanto, se requerirá una geomembrana en el talud aguas arriba a la elevación 85 m porque la playa se inundará durante el evento tormenta. La presa Norte se elevará con celdas de arena colocadas hidráulicamente.

Después de que se establezca una playa amplia y la presa se eleve por encima de 85 m, podría haber períodos temporales cuando la playa de relaves esté a menos de 600 m en el Sector N4 de la presa Norte, considerando la proximidad de la torre de decantación. En esta ubicación, el embalse operativo (nivel máximo) no debe estar a menos de 400 m, y los planes deben considerar una playa mínima de 200 m junto con una berma de protección contra inundaciones (100 m de ancho) (ver Sección 6.6) construida en la playa al lado de la presa. FQML depende en gran medida del manejo operacional de la playa de relaves y el embalse, mientras se descarga únicamente a través de la torre de decantación. FQML ha decidido no planificar la construcción de un aliviadero de emergencia en esta etapa (ver Sección 6.7). Esto elimina la redundancia de la estrategia

de manejo de aguas superficiales y debe ser monitoreada de cerca por FQML.

La "contingencia operativa" que comprende alcanzar la cresta mínima de la presa al menos un año antes de la elevación máxima del embalse de relaves en cada año, fue usada por KCB en 2015, sin embargo, FQML ha establecido un plan para alcanzar una contingencia mínima de una distancia vertical de 2 m (aproximadamente 4 meses de operación) sobre la cresta mínima planificada. Este criterio debe evaluarse anualmente teniendo en cuenta el comportamiento de la presa, la tasa de crecimiento del embalse y el balance de agua.

Los controles operativos críticos incluyen:

- volúmenes de arena estimados para cumplir con la configuración (volúmenes compactos y colocados).
- tasas de producción y colocación de filtros, incluyendo una tolerancia considerando periodos sin actividad.
- promedio diario de producción de arena y tasas de colocación para la planificación de relaves a largo plazo.

La planificación de la construcción a corto plazo será administrada por el equipo de operaciones de FQML para adaptarse a las condiciones reales. Los planes de relaves a largo plazo deben actualizarse anualmente e incluir verificaciones para confirmar que los criterios de diseño (por ejemplo, estabilidad de taludes, borde libre) se mantengan y haya suficiente arena disponible para cumplir con los requisitos de construcción. Los recrecimientos de la cresta de la presa deben revisarse utilizando registros de disposición de relaves, tasas reales de producción de relaves y propiedades de relaves, registros climáticos actualizados y control de la poza de decantación de agua desde la barcaza de recuperación.

Consulte el Anexo XI-2 para ver el programa de tasa de aumento de FQML.

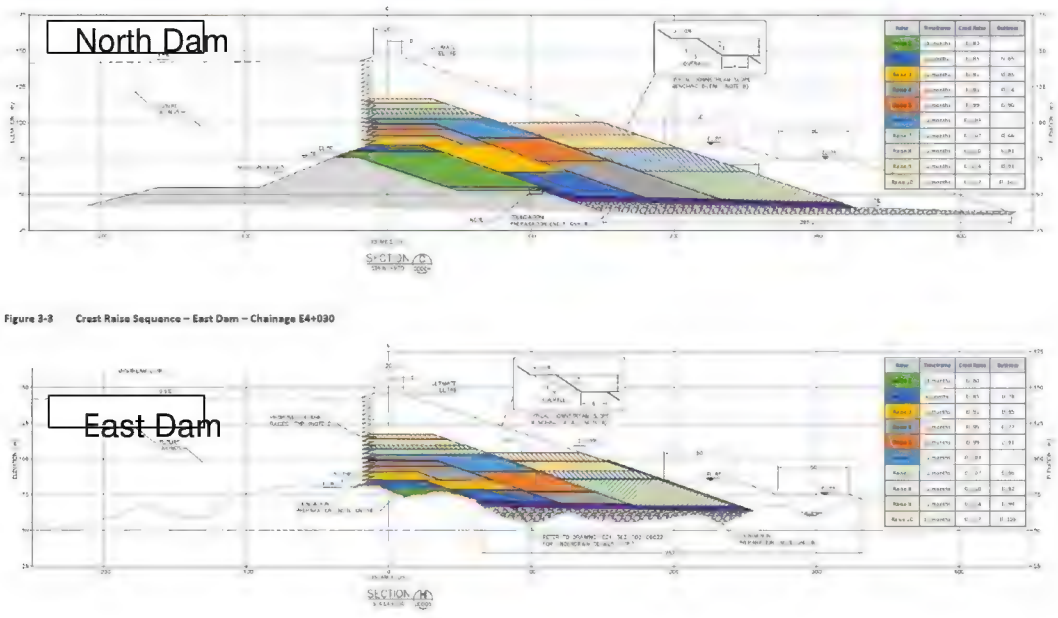


Figura 4 Secuencia de recrecimiento de la presa (KCB 2018b – Ver Anexo XI-1)

6.6 Medidas de protección ante eventos tormenta

El agua acumulada demasiado cerca de la cresta de la presa es uno de los principales factores que contribuyen a las fallas o problemas de rendimiento con las presas de arena alrededor del mundo. Dado que no hay precedencia operativa en un clima húmedo como este, es necesaria una barrera contra inundaciones durante eventos tormenta hasta que se establezca la playa amplia de 600 m alrededor de todo el perímetro del TMF. Considerando que dada la longitud de las crestas y el área de la pendiente aguas arriba, no es práctico desplegar rápidamente una barrera contra eventos tormenta aguas arriba si la playa de relaves no puede ser desarrollada durante las primeras operaciones.

Se planificaron los siguientes controles de diseño (KCB 2015):

Geomembrana

Se propone una geomembrana lineal de polietileno de baja densidad (LLDPE) sobre el talud aguas arriba, unida al núcleo existente del dique de arranque y anclada en saprolito en los estribos. Consulte KCB (2015).

Según la Sección 6.5, esto está planeado solo para la presa Norte

hasta El. 85 m. Por encima de El. 85 m, la instalación de un revestimiento se volverá compleja y de mayor esfuerzo debido a la longitud de la presa; por lo tanto, se requerirá una amplia playa para contener el evento de inundación sobre El. 85 m.

Berma de protección contra inundaciones en la playa

En lugares donde no es posible establecer el ancho mínimo de diseño de la playa (es decir, Sector N4), se debe construir una berma de protección aguas arriba contra inundaciones con un ancho mínimo de 200 m hacia el embalse. Se puede colocarse mecánica o hidráulicamente arena de relaves. Se prefiere un producto de arena con mayor contenido de finos con una conductividad hidráulica más baja.

La berma de protección contra inundaciones no está diseñada como una presa de retención de agua, por lo que no debe retener agua de manera permanente. La elevación de la berma debe contemplar el asentamiento de los relaves. La necesidad de esta berma de inundación en otros lugares no se conoce y será dictada en base a la disposición real de relaves y la estrategia del manejo de agua por FQML.

6.7 Estructuras de control del embalse del TMF

6.7.1 Torre de decantación y túnel

La descarga del depósito de TMF se realizará a través de una torre de decantación. La torre de decantación se planificó en dos fases. La torre y el túnel de la Fase 1 se completaron en 2017 y comenzó a descargar desde mediados de 2019. El diseño de la torre de decantación y el túnel fueron modificados por FQML durante la construcción a un túnel de diámetro más grande para aumentar la capacidad de descarga adicional.

La torre de decantación de la Fase 1 en la esquina noroeste del TMF funcionará hasta antes de que el nivel de relaves alcance la entrada de decantación. El tiempo será dictado por el modelo de disposición de relaves del 2020 de FQML. La torre de decantación de la Fase 2 se construirá más al sur y operará hasta el nivel final de relaves.

La torre de decantación y el túnel son la descarga primaria del exceso de agua desde el TMF y debido a la gran captación y la alta precipitación, se espera una descarga continua. El agua de la poza fluirá sobre el vertedero de cresta ancha de la torre de decantación y se descargará en el túnel hacia una cuenca oeste fuera de la huella TMF. La entrada del vertedero se puede elevar con stoplogs para controlar el nivel de la poza. Sin embargo,

los stoplogs se sellan con concreto, por lo que no se podrán remover.

Puede ser necesario construir una berma de enrocado, o utilizar barreras de sedimentos (silt-fences) alrededor de la torre de decantación para restringir el movimiento de los relaves hacia la entrada de la torre. Detalles de la torre de decantación y el túnel y los Procedimientos de Operación Estándar (SOP según sus siglas en inglés por Standard Operation Procedures) se encuentran en el Anexo XII-1.

6.7.2 Canal de aproximación

La conexión entre la poza del TMF y la torre de decantación de la Fase 1 es por un canal de aproximación. Este canal es una estructura crítica para la operación. FQML ha comenzado la construcción de un segundo canal hacia la entrada de decantación. La inspección de los canales de aproximación son parte de los controles operativos necesarios para mantener la integridad del sistema de decantación. Los detalles sobre el canal de aproximación se dan en el Anexo XII- 2.

6.7.3 Barcaza con bomba de recuperación de agua

El TMF tiene un sistema flotante de barcazas con bombas de recuperación de agua para la planta de proceso. FQML indicó que no hay un sistema de respaldo para la barcaza. La tubería corre aguas abajo de la línea al pie de la presa Norte, casi paralela al eje de la presa. Los Procedimientos de operación estándar (SOP) para el sistema de recuperación de agua se muestran en el Anexo XII- 3.

6.7.4 Aliviadero de emergencia

La intención del diseño del aliviadero de emergencia (KCB 2015) fue liberar el exceso de agua
durante las inundaciones para evitar el rebose sobre la cresta o que el nivel de agua de la poza llegue a las presas. La entrada del vertedero se estableció originalmente 2 m por debajo de la elevación de la playa de relaves.

En 2019, FQML indicó que el aliviadero de emergencia no se construirá al menos durante los primeros años de operación. FQML dependerá de la estrategia de disposición y manejo de pozas para controlar los niveles de agua y mantener el agua lejos de la presa. Consultar la Sección 8.

6.8 Derivación de agua superficial

Aguas abajo de la presa Norte, el terreno natural ondulado se inclina, generalmente, lejos de la huella de la presa. La escorrentía y la filtración se recogerán y se desviarán a las pozas de colección de filtraciones. Las pozas de sedimentación se han planificado aguas abajo de la operación de arena cicloneada. Por el contrario, la topografía natural aguas abajo de la presa Este es irregular y generalmente se inclina hacia la línea central de la presa. FQML establecerá una serie de estructuras de manejo de agua para desviar o recolectar y bombear el agua al embalse o para algún otro uso en el sitio. No se permite que el agua se acumule directamente en el pie de la huella de ninguna de las presas de arena.

En el Anexo XIII se muestran detalles sobre los planes de desviación de aguas superficiales y control de sedimentos por FQML.

6.9 Colección y recuperación de filtraciones en el TMF

Las filtraciones en el TMF serán captadas por el sistema de recolección de infiltración y reenviadas al embalse de TMF si es que estas aguas no cumplen los criterios de calidad del agua. Los detalles sobre el sistema de recolección de infiltración y recuperación se dan en el Anexo XIV.

6.10 Otros componentes asociados al TMF

Otros componentes asociados al TMF son:

Almacenamiento y distribución de combustible.
Instalaciones para vehículos y equipos.
Líneas eléctricas y estaciones.
Infraestructura y oficinas.
Enrocados.

Las líneas eléctricas y las estaciones requeridas para operar la colección de infiltración y el agua de infiltración de las celdas de arena cicloneada se instalaron aguas abajo del pie de la huella de la cresta El. 85 m. FQML indicó que hay un plan para reubicar las torres de líneas eléctricas fuera de la huella de la presa o elevarlas en un método seguro que no comprometa la operación ni la estabilidad de la presa.

7. RELAVES

Los relaves variarán en características físicas, geoquímicas y mineralógicas durante el ciclo de vida del TMF. Las pruebas a los relaves deben ser realizadas periódicamente por FQML como parte del alcance de producción y operación de arena cicloneada. Cualquier cambio en las características afectará el transporte, la estrategia de colocación en el embalse y en la presa de arena, y la calidad del efluente.

7.1 Diagrama de flujo de distribución

La Figura 5 muestra un esquema de la distribución de relaves. En resumen:

- El proceso de flotación produce dos tipos de relaves: cleaner-tailings (10%) y rougher- tailings (90%) en masa.
- Los rougher-tailings (relaves totales) se transportarán a la planta de cicloneo, ubicada en el lado noreste del TMF. En la estación de ciclones, los relaves serán sometidos a un sistema de clasificación de dos etapas para separar la fracción de arena de la fracción fina.
- El flujo inferior "underflow" (en su segunda etapa) se utilizará para la construcción de presas, y el flujo excesivo "overflow" (finos) se descargará en el embalse. Los relaves tipo cleaner o rougher también se descargarán al TMF a través de un by-pass o desde el lado sur del TMF.

El diagrama de flujo del proceso de relaves y los detalles de distribución de la tubería se proporcionan en el Anexo XV-1, incluidos los caudales mínimos y máximos, el contenido de sólidos y los Procedimientos de operación estándar (SOP) para la distribución de relaves.

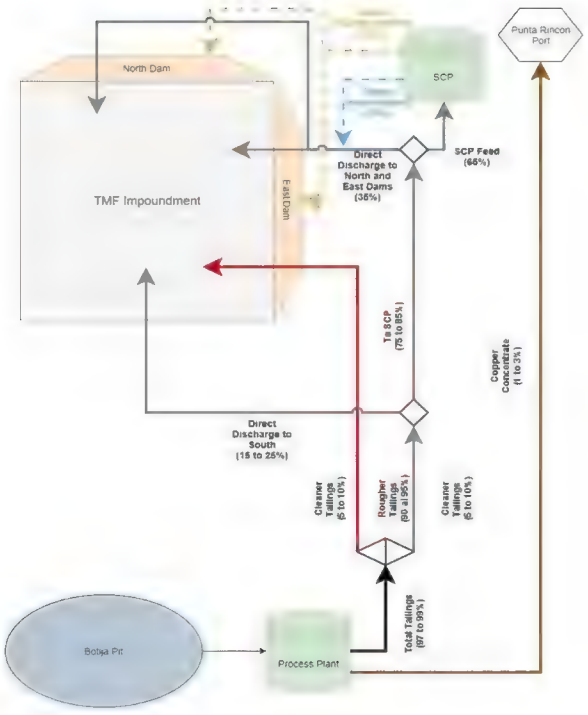


Figura 5 Diagrama de flujo de distribución de relaves (FQML 2020)

7.2 Cronograma de disposición de relaves

Es difícil predecir con precisión la fuente y el comportamiento de los relaves y su disposición en el embalse. El cronograma de disposición debe modificarse según lo considere necesario el Gerente del TMF y el Ingeniero de Recursos Hídricos. El cronograma utilizado para el diseño fue proporcionado a KCB el 2015. El cronograma de disposición actual de FQML figura en el Anexo XV-2.

7.3 Geoquímica de los relaves

Según la clasificación proporcionada por JVP (2013), los relaves rougher son no-potencialmente generadores de ácido (NAG, por sus siglas en inglés por Not-potentially Acid Generating), y los relaves cleaner son potencialmente generadores de ácidos (PAG, por sus siglas en inglés por Potentially Acid Generating). FQML está realizando pruebas geoquímicas en relaves producidos. El avance hasta la fecha de los ensayos geoquímicos en relaves se incluyeen el Anexo XV-3.

7.4 Características físicas de los relaves

La Tabla 3 resume las características adoptadas por KCB (2015) usando

muestras de plantas piloto generadas por FQML (ver Figura 6). Las características de los relaves variarán durante el ciclo de vida del TMF y esta información debe actualizarse o incluirse para su comparación a medida que los resultados estén disponibles. El avance hasta la fecha de los ensayos geotécnicos en relaves se muestra en el Anexo XV-4.

Tabla 3 Resumen de características de relaves

Relaves	ítem	KCB 2015	Comentarios
Relaves	SUCS	Limo arenoso de plasticidad baja (CL-ML)	• La arena de underflow de la muestra de la planta piloto era de grano más fino en comparación con otras arenas de relaves de cobre y requería un mayor esfuerzo de compactación para lograr un comportamiento de dilatación. • Altamente variable con cambios en el sistema de producción y clasificación, impactando la pendiente de la playa y la densidad consolidada depositada (almacenamiento a corto plazo y elevaciones requeridas de la cresta).
		60%	
los ciclones)	Conductividad hidráulica	Baja	
	Contenido de sólidos (%)	20% a 30%	
	Densidad seca	0.7 t/m^3 a 0.8 t/m^3 (colocados)	
	Tiempo para que el sobrenadante se	8 a 11 horas	
Arena	SUCS	Arena no plástica (SP-SM)	
		Promedio < 13%. Máximo < 16%.	
	Conductividad hidráulica	1x10^{-6} a 3x10^{-6} m/s	
	Contenido de sólidos (%)	60% (discharge)	
	Densidad	Densidad relativa > 80% (Densidad seca a 100% de la máxima densidad seca del Proctor Estándar)	
Arena overflow	SUCS	Limo con plasticidad baja a intermedia (ML)	
		> 90%	
	Fracción de arcilla (< 20 microns)	3% (15% con dispersante)	
	Conductividad hidráulica	1x10^{-9} a 5x10^{-9} m/s.	
	Contenido de sólidos (%)	15% a 20%	
	Densidad seca	0.5 t/m^3 (colocados)	
	Tiempo para que el sobrenadante se	19 horas	

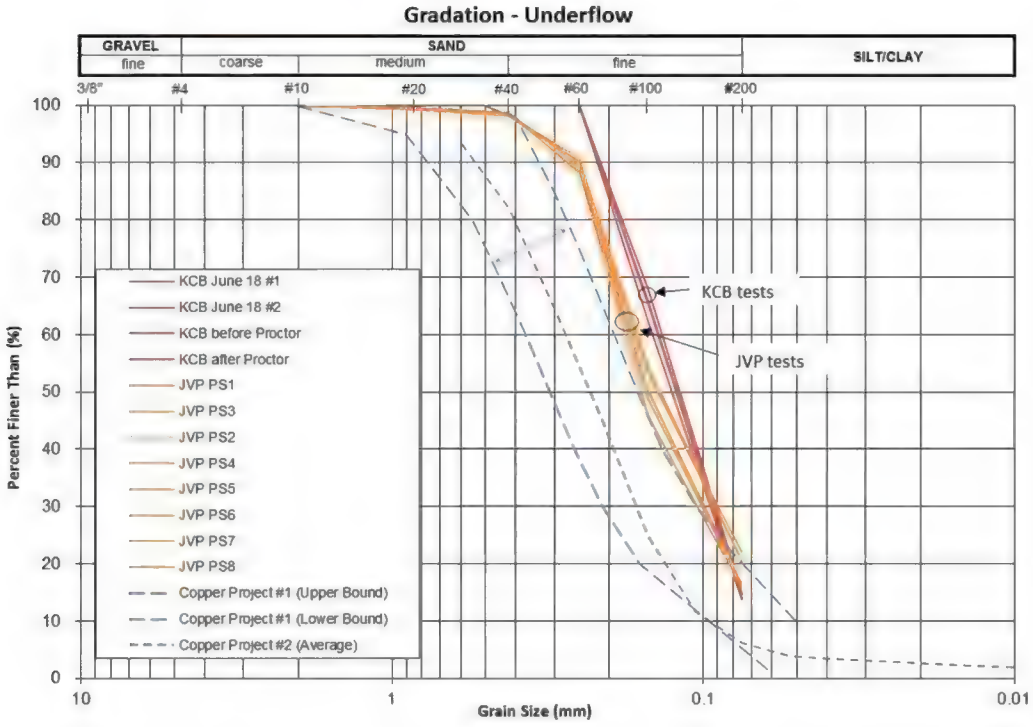


Figura 6 Curva granulométrica – Arena Underflo

8. MANEJO DE AGUAS DEL TMF

8.1 Conceptos de borde libre y ancho de playa

El borde libre y el ancho de la playa son controles de diseño implementados para reducir la probabilidad de un modo de falla por rebose debido a fuertes precipitaciones u otros factores desencadenantes (consulte la Sección 14.2). Para aclarar, y como se muestra en la Figura 7:

El borde libre mínimo (o de la presa) se define como la distancia vertical entre la elevación mínima (más baja) de la cresta de la presa y la elevación más alta del embalse en contacto con la cara aguas arriba de la presa (Max_WL). Esto se establece como altura mínima de 3 m.

El ancho mínimo de la playa se define como la distancia horizontal entre la altura mínima de playa de relaves contra la presa y la elevación máxima del embalse de operación (MaxOWL) permitida durante la operación. La distancia vertical entre la elevación de playa mínima y el MaxOWL está etiquetada como "borde libre de playa".

La cabecera de la playa de relaves generalmente no es continua a lo largo del perímetro de la presa. Por lo tanto, hay una elevación de playa de relaves mínima y máxima contra la presa. En un caso ideal, el aumento de agua durante el evento de inundación no entrará en contacto con la presa. Si el nivel del agua se eleva por encima de la altura de los relaves, entonces se deben usar los controles de protección contra inundaciones descritos en la Sección 6.6.

Para fines de planificación en la presa del este, FQML ha planificado para el caso en el que está presente una altura de relaves máxima, y (a) el evento de inundación previsto no inunda completamente la playa y (b) el ancho de la playa es superior a 600 m antes del evento tormenta, que se usará una distancia vertical de 1.5 m sobre la cabecera de máxima playa de relaves para planificar la cresta mínima de la presa.

Sin embargo, como se discutió en la Sección 6.5, se debe incluir una contingencia operativa de 2 m en la programación de la presa para que la construcción tenga en cuenta: interrupciones de la planta, paradas inesperadas, escasez en la producción de arena u otros eventos.

Contingencia de Operación

Min_Dam_Ele

Max_WL

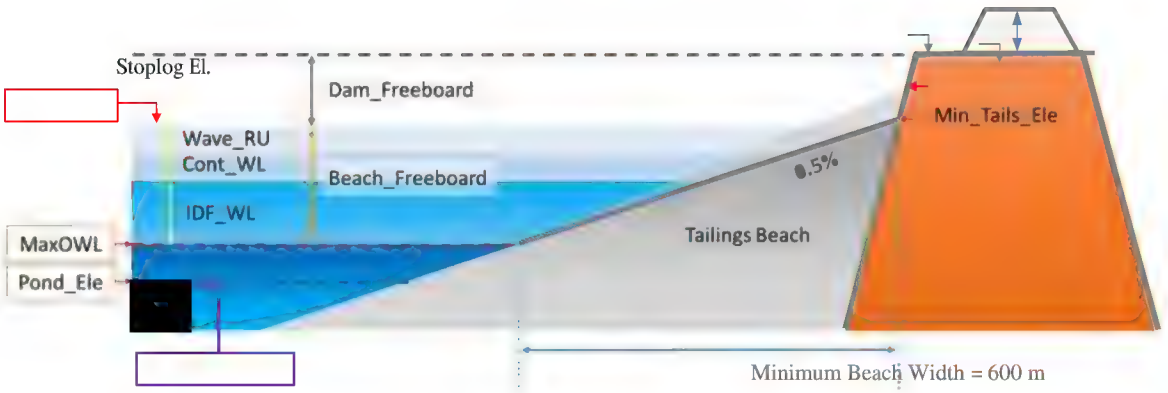


Figura 7 Criterios de manejo de agua del TMF

8.2 Estrategia de manejo de agua durante la operación en el TMF

El TMF será manejado teniendo en cuenta la siguiente estrategia durante operación:

Mantener el ancho de la playa de relaves igual o mayor a 600 m en cualquier momento dado (excepto en el Sector 4 de la presa Norte, vea la Sección 6.5).

Mantener el nivel del embalse por debajo del nivel máximo de operación, lo que proporcionará capacidad de almacenamiento para el evento de inundación de diseño y mantendrá el agua lejos de la presa. También tener en cuenta:

- El volumen de la poza de agua debe mantenerse al mínimo. Es importante limitar el tamaño de la poza de agua al nivel mínimo necesario para garantizar la estabilidad del talud aguas arriba y mitigar la filtración.
- El volumen mínimo operativo de la poza de decantación es de 5 Mm^3 para lograr una clarificación adecuada del agua de la poza para su recuperación a la planta de proceso (comunicación de FQML).
- Los recrecimientos de la cresta deben revisarse utilizando registros reales de disposición de relaves, batimetrías, tasas reales de producción de relaves y propiedades de relaves, registros climáticos y salidas de pozas de decantación de agua de la barcaza de recuperación.

El agua bombeada a la planta de proceso se utiliza para el procesamiento del molino y para la dilución en la planta de ciclones. El exceso se descargará a través de la torre de decantación hacia el túnel para su liberación, de acuerdo con los permisos ambientales. Stoplogs se utilizarán para elevar el nivel de la poza.

- El balance hídrico debe actualizarse con frecuencia (mensualmente). La posibilidad de un año húmedo que exceda las estimaciones actuales es probable en este entorno climático.
- Se requerirá la vigilancia del manejo de agua en el TMF y las alteraciones de la mina durante todo el año.

La vigilancia y el mantenimiento de cualquier estructura de desvío son críticos para el rendimiento, especialmente el canal de

aproximación que conecta la poza y la torre de decantación.

Filtraciones a través de las presas será colectada por el sistema de drenaje y transportada a una poza de colección de filtraciones aguas abajo del pie del dique. El agua será bombeada desde el sistema de colección de infiltración hacia el TMF.

Existe una poza de sedimentación aguas abajo del dique de arranque Norte y estuvo operativo durante la construcción. FQML debe confirmar el procedimiento para colectar agua y sedimentos producidos durante la construcción con arena cicloneada.

8.3 Estrategia de manejo de agua en el TMF durante eventos tormenta

Durante los eventos de tormenta, la escorrentía de la cuenca TMF (30 km^2) se dirigirá hacia la poza de relaves y elevará bruscamente el nivel de agua en el embalse. Este aumento de niveles aumentará el flujo de salida de la torre de decantación (no se planea un aliviadero de emergencia). Las observaciones relevantes para las presas TMF son:

La torre de decantación de la Fase 1 podría transportar el evento de tormenta de diseño de PMF manteniendo el criterio de borde libre. Sin embargo, el aumento en los niveles de agua inundará la playa de relaves aproximándose hacia la presa de arena.

Al no contar con un aliviadero de emergencia durante las operaciones se elimina la redundancia en el sistema de derivación de flujo de tormentas y se crea una dependencia a que el sistema de decantación funcione sin problemas durante el evento.

El TMF es más susceptible durante los primeros años de operación cuando la capacidad de atenuación del embalse es más baja. Por lo tanto, las medidas de control de inundaciones (Sección 6.6) son necesarias. Se debe cumplir con un suficiente borde libre (altura entre el nivel de cresta mínimo a nivel máximo de agua) para todos los casos. Debe haber contingencias por cualquier parada de emergencia, corte de energía, rotura de la tubería (corriendo aguas abajo de la presa) u otros riesgos potenciales para sus componentes.

Se requerirá la conciliación de las evaluaciones de derivación de eventos tormenta y los análisis que utilicen data real para calibración durante operaciones, basadas en la superficie real de los relaves y los registros de operación.

8.4 Balance de aguas

El balance de aguas en el TMF elaborado por FQML se muestra en el Anexo XVI.

8.5 Efluentes de mina

La estrategia para el manejo de efluentes de mina se describe en el Anexo XVII.

9. DISPOSICIÓN DE RELAVES Y MANEJO DE AGUA DEL TMF

El modelo de disposición de TMF figura en el Anexo XVIII. El modelo de disposición fue preparado por FQML y sigue los requisitos descritos en la Sección 8. Los supuestos para el modelo de disposición por FQML se resumen en la Tabla 4 y la Tabla 5.

El modelo de disposición debe conciliarse mensualmente con el desarrollo de la playa y los niveles de agua. El modelo debe actualizarse si las observaciones difieren del rendimiento observado. Las predicciones del modelo deben actualizarse trimestralmente para proporcionar una revisión de los objetivos de cresta requeridos para la planificación anual. Las batimetrías deben realizarse dos veces al año para confirmar los supuestos del modelo.

Tabla 4 Resumen de disposición de relaves (FQML)

Escenario	Pendiente de playa de relaves por encima del nivel de agua	Pendiente de playa de relaves por debajo del nivel de agua (1)		
		Primeros 300 metros	300 a 600 metros	Mayor a 600 metros
Pendiente de playa 0.50%	0.50%	1.0%	0.50%	3.0%
Pendiente de playa 0.75%	0.75%	1.5%	0.75%	3.0%

Tabla 5 Resumen de características de los relaves

Años	Densidad seca aparente sobre el nivel de agua (t/m^3)	Densidad seca aparente por debajo del nivel de agua
Año 1	1.0	1.0
Año 2	1.2	1.0
Año 3	1.3	1.2
Año 4	1.4	1.2
Año 5	1.4	1.2

10. CONSTRUCCIÓN DEL TMF

10.1 Criterio de selección de materiales

Las especificaciones técnicas para el TMF se incluyen en el Anexo XIX-1. Los criterios relevantes considerados para la selección del material incluyen:

Los materiales de relleno deben estar libres de materia orgánica u otros materiales nocivos.

No se debe utilizar material potencialmente generador de ácido (PAG).

- FQML ha desarrollado un valor de control de máximo 0.3% para el contenido de azufre para seleccionar materiales PAG y NAG. Este criterio está siendo revisado por FQML considerando el cambio en la fuente de roca, discutido en el Anexo VII-2.
- El programa de ensayos geoquímicos propuestos para la selección de materiales se encuentra en el Anexo XIX-2.

Los materiales de relleno granular deben derivarse de rocas duraderas, que no estén sujetas a deterioro mecánico o químico durante el manejo, la compactación o a largo plazo debido a las condiciones climáticas, esto, de conformidad con las especificaciones técnicas.

No se debe emplear material de enrocados que incluya fragmentos de roca débiles o blandos, fragmentos de moderada a altamente meteorizados, fragmentos friables y altamente abrasivos. El material de la excavación común ya sea directamente o mediante excavación selectiva, se puede utilizar para la construcción siempre que los materiales excavados cumplan con las especificaciones técnicas.

10.2 Colocación y compactación de arena cicloneada (underflow)

Los procedimientos de colocación y compactación de arena cicloneada, así como la filtración y la colección de agua de exceso en las celdas y el control de sedimentos son descritos por KCB (2015). Los resultados de los ensayos de campo, realizados entre noviembre de 2019 y enero de 2020 por FQML se muestran en el Anexo XIX-3.

En general, el procedimiento de colocación y compactación no ha cambiado

significativamente de KCB (2015). La arena de flujo inferior (underflow) tiene una especificación de rendimiento que debe cumplirse (consultar la Sección 7.4).

10.3 Control y aseguramiento de la calidad durante la construcción

El equipo QC/QA de FQML evalúa los procedimientos y las metodologías del constructor y los materiales de prueba para confirmar el cumplimiento de las especificaciones técnicas. El EoR brinda soporte al equipo de QC/QA de FQML y supervisa los procedimientos y los resultados de las pruebas. Los Procedimientos de prueba de inspección (ITP, según sus siglas en inglés por Inspection Test Procedures) de FQML figuran en el Anexo XIX-4. Las consideraciones relevantes son:

Las pruebas in situ son realizadas por el equipo de QC/QA de FQML. En resumen:

- Los materiales triturados y tamizados para los filtros se ensayan en la trituradora para su aprobación antes del transporte y se ensayan después de la colocación para evaluar la degradación del material durante la colocación y la compactación. La aprobación del relleno se da en base a la prueba en el sitio. En caso de duda, los informes se envían al EoR para su evaluación y aprobación o rechazo.
- Se utilizan varios métodos para las pruebas in situ de la arena de flujo inferior (underflow), que incluyen: Cono de arena (ASTM D1556), densímetro nuclear (ASTM D6938), Medidor de densidad eléctrica (EDG) (ASTM D7830), Deflectómetro de peso ligero (LWD) (ASTM E2583) y Penetración dinámica de cono (DCP) (ASTM D7380). Se están desarrollando relaciones específicas del sitio para acelerar el tiempo entre las pruebas y la aprobación de las celdas ubicadas.
- Las pruebas geoquímicas se realizan en el material colocado para confirmar el contenido de azufre. FQML está desarrollando una base de datos geoquímicos para evaluar las condiciones potenciales de generación no ácida y no se utilizó el potencial de lixiviación de metales de los materiales para la construcción.

Las muestras recolectadas se ensayan en el laboratorio in situ de FQML con capacidad para ensayos índice y ensayos de conductividad hidráulica, de acuerdo con los estándares ASTM. Ensayos avanzados se coordinan y realizan en un laboratorio externo certificado en Panamá. El cumplimiento de la frecuencia de las pruebas se informa al EoR semanalmente.

La aprobación, retrabajo o rechazo de un área colocada generalmente se realiza dentro de las 24 horas y/o 48 horas. Los resultados de las pruebas que requieren secado en horno se informan dentro de las 24 horas. El equipo de construcción de TMF suele ser notificado de inmediato.

Si un material no conforme no se elimina o se vuelve a trabajar, el inspector de QC/QA o el EoR preparan un informe de defectos. Si el Constructor no implementa ninguna remediación, se prepara un informe de No Conformidad y se distribuye al equipo de TMF solicitando medidas de remediación, reparación, retrabajo o reemplazo por parte del Constructor.

El EoR realiza ensayos de laboratorio o in situ independientes con asistencia del equipo QC/QA del TMF de FQML. El equipo de topografía de TMF controla los niveles diariamente y recolecta lectura de drones tal como se construyen mensualmente o según sea necesario, según el progreso de la construcción (generalmente semanal). Los resultados de este levantamiento se informan semanalmente al equipo de TMF y al EoR.

10.4 Modificaciones de diseño durante la construcción del dique de arranque

Las siguientes modificaciones de diseño fueron realizadas por FQML durante la construcción del dique de arranque, entre 2014 y 2019 (consultar KCB 2017). El desempeño de la presa debe ser monitoreado para evaluar los impactos de estas modificaciones:

- Reemplazo de la pared de cemento por una trinchera rellena de saprolito en los valles de las presas.
- Bajar la parte superior del dren chimenea a una elevación inferior a la parte superior del núcleo de saprolito, reducir el tamaño de la manta drenante aguas abajo del núcleo y modificar la especificación del filtro a una gradación más gruesa que no es compatible con los materiales del núcleo de saprolito en los sectores N1 (medio), N2 y N4. Diseño modificado a la configuración original (compatible) para la porción restante del sector N1 a mediados de 2017.
- Uso de material de la Zona 2 fuera de especificación para los depósitos de aguas arriba y aguas abajo (más gruesos de lo especificado). En 2017, se completó una modificación de diseño para permitir el material de la Zona 7 en la sección de la presa al proporcionar zonas de transición adecuadas entre el núcleo y el cuerpo de presa para la sección restante del sector N1 y para todo el N3.
- Posible presencia de relleno granular para soportar el tráfico de construcción dejado dentro del núcleo en presas construidas antes de mediados de 2017 identificadas con ensayos de piezocono.

Se debe preparar una investigación o un plan de mitigación para identificar el diseño o los controles operativos requeridos para evaluar el desempeño del TMF y los impactos a los recrecimientos posteriores.

10.5 Informes de avance de construcción y registros as-built

El informe de registro de construcción de TMF que describe las actividades desde 2014 hasta la finalización de los diques de arranque en 2019 se incluye en el Anexo XIX-5.

La información relevante que se incluirá en los registros as-built son:

Un registro de modificaciones de diseño por FQML y sus impactos para la vigilancia del desempeño. Estos deben incluirse como parte de la vigilancia y las inspecciones de rutina.

Se debe reportar un registro de no conformidades y sus impactos

para la vigilancia del desempeño. Estos deben incluirse como parte de la vigilancia y las inspecciones de rutina.

Registros de la fundación y completar los formularios de aprobación de colocación, incluidos los resultados de levantamiento topográfico y ensayos, incluida una vista en planta con la preparación de fundación completada en las presas.

Registros de levantamiento as-built que muestran las pendientes y niveles de preparación de la fundación, la zonificación y el tipo de material y la configuración de la presa en comparación con la sección de diseño.

La declaración y la aceptación final por parte del ingeniero de registro (EoR) de los diques de arranque, el Sr. Doug Cooper, por escrito, indicando que los diques de arranque cumplieron con la intención del diseño. Un registro completo y detallado de la instrumentación instalada y las lecturas de vigilancia dentro del período de construcción. Además, ubicación y descripción de filtraciones.

La declaración y la aceptación final por escrito por parte del EoR del dique de arranque, el Sr. Doug Cooper, indicando que el dique de arranque cumplió con lo propuesto en el diseño.

Si alguna de la información anterior está incompleta o se identifican vacíos, se debe preparar una investigación o un plan de mitigación para identificar el diseño o los controles operativos necesarios para evaluar el desempeño del TMF y los impactos a los recrecimientos posteriores.

11. PROCEDIMIENTOS DURANTE OPERACIONES

11.1 Diagrama de flujo operativo y límites de batería

El Gerente de TMF, en coordinación con el Gerente General, y los Gerentes de Planta de Proceso y Casa de Cicloneo, deben mantener el cumplimiento de los procedimientos operativos de TMF en cualquier momento.

11.2 Indicadores clave (críticos) de desempeño

Los indicadores clave de rendimiento (KPI, según sus siglas en inglés por Key

Performance Indicators) agregan controles para prevenir eventos de alta consecuencia o para mitigar las consecuencias de dicho evento. Estos KPI se consideran controles críticos que podrían conducir a la activación de un Plan de Respuesta a Emergencias (ERP, según sus siglas en inglés por Emergency Response Plan) si
no se controlan o monitorean continuamente en función de la intención y los requisitos del diseño. Los controles críticos son:

Controles de diseño

Ancho de playa de relaves> 600 m durante la operación (para presa Norte Sector 4 ver
Sección 6.5).

Borde libre mínimo> 3 m desde el IDF hasta la elevación mínima de la cresta de la presa en un momento dado.

Materiales de relleno con menos de 0.3% de contenido de azufre (NAG).

Arena (underflow segunda etapa) cicloneada con contenido de finos<8% en el SCP antes de la colocación.

Densidad compactada de arena (underflow)> 100% del Proctor estándar (densidad relativa> 80%).

Presa de arena con talud aguas abajo 3H: 1V con bermas de apoyo aguas abajo.

Materiales de drenaje libre utilizados para el sistema de drenaje (conductividad hidráulica>$1x10^{-4}$ m/s).

Controles operacionales

Velocidad y la presión de bombeo de los relaves de alimentación a la planta de ciclones antes de los límites de la batería del TMF.

El porcentaje de sólidos de los relaves rougher.

Longitud/ancho/pendiente de la playa y borde libre en la ubicación más baja de la cresta de la presa.

Calibración de la tasa de recrecimiento del embalse (balance hídrico).

Tasa de recuperación de la barcaza de bombeo y la tasa y la calidad del flujo de salida del túnel de decantación.

Calibración del balance de masa de relaves (planificación de la celda hidráulica), relación satisfactoria entre la arena de la presa (colocado / alimentación) y la cantidad de volumen (levantamiento topográfico).

Niveles freáticos aguas arriba de la presa de arena cicloneada, tasa de

filtración y calidad.

Desplazamiento de la fundación y la presa de arena.

Contenido de fino en arena underflow (sedimentación y drenaje).

Otros KPI operativos que no conducirían a un evento de alta consecuencia, pero requerirían asistencia y acciones. En el Anexo XX-1 se proporciona una Matriz de Soluciones para los componentes de TMF.

La información proporciona orientación para la eliminación y el almacenamiento seguros, económicos y ambientalmente responsables de los materiales de relaves, y debe actualizarse continuamente para reflejar las lecciones aprendidas (documento vivo).

12. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

12.1 Calibración de rutina

La calibración de rutina de los dispositivos de prueba in situ, el equipo de laboratorio y cualquier otro equipo mecánico y eléctrico debe realizarse de manera rutinaria según las recomendaciones del fabricante.

12.2 Mantenimiento de rutina

El mantenimiento de las instalaciones es importante para la operación segura y la gestión efectiva del depósito de relaves. Es responsabilidad del gerente de TMF asegurarse de que el TMF se encuentre bajo un mantenimiento adecuado y constante. El mantenimiento del sistema es un requisito importante del manual de OMS. Los objetivos del programa de mantenimiento son:

Identificar los parámetros y procedimientos clave para garantizar que los componentes de la estructura reciban mantenimiento de acuerdo con un criterio de rendimiento adecuado, estándares FQML, requisitos legislativos y buenas prácticas operativas.

Asegurar que se proyecte la esperanza de vida y el mejor uso de las instalaciones.

Los componentes clave del programa de mantenimiento incluyen el mantenimiento de rutina, que se espera sea semestralmente. El mantenimiento periódico debe realizarse anualmente.

El esquema de procedimientos de mantenimiento de rutina y predictivos debe priorizarse en función de los riesgos y las consecuencias, la disponibilidad de materiales y equipos y los planes de acción de mantenimiento.

Tabla 6 Actividades típicas de mantenimiento de rutina

Componente	Mantenimiento	Responsable(s)	Actividades	Frecuencia
Sistema de envío de relaves	Tuberías de relaves Bombas Ciclones	Gerente de planta Supervisor Senior de la planta de ciclones Ingeniero de recursos hídricos Gerente de TMF	Ver Anexo XX-1.	Continuo, según los SOPs
Presas TMF	Cresta de dique Talud de dique Drenaje Colección de filtraciones Revestimiento de protección contra inundaciones	Gerente de construcción Ingenieros Senior de campo Supervisor QC/QA Gerente de TMF	Mantener el acceso en buenas condiciones, con inclinación de sección transversal (2%) y en niveles Reemplace el material erosionado de los taludes de la presa y/o en la cresta. Reparar defectos en la geomembrana	Continuo, según los SOPs
Instrumentación	Todos los dispositivos de instrumentación, cables, registradores de datos y transductores.	Gerente de construcción Ingenieros Senior de campo Supervisor QC/QA Gerente de TMF	Proteger con barreras, señales y banderas. Repare o reemplazar la instrumentación dañada. Informar de inmediato al ingeniero geotécnico superior en el sitio sobre cualquier daño, al supervisor de QCQA y al ingeniero de registro para que tome más medidas.	Continuo
Sistema de manejo de agua	Canales de desvío y estructuras hidráulicas complementarias. Pozas de filtración y sedimentación Tuberías y bombas de recuperación de agua.	Gerente de construcción Ingenieros Senior de campo Ingeniero de recursos hídricos Gerente de TMF	Realizar un inventario e inspección de la estructura. Evaluar el estado estructural de los elementos de un trabajo de drenaje existente (Especialista en estructuras y obras de arte). Confirmar flujos superficiales adecuados y un buen manejo del agua,	Mantenimiento periódico basado en observaciones del sitio y después de tormentas

Tabla 7 Actividades típicas de mantenimiento de rutina

Componente	Mantenimiento	Responsable(s)	Actividades	Frecuencia
Monitoreo de calidad de agua				
Torre de decantación				
Túnel de decantación				

12.3 Mantenimiento después de eventos extremos

El mantenimiento se llevará a cabo después de tormentas extremas o después de terremotos. Siga las recomendaciones de la frecuencia de inspección en la Sección 13. Póngase en contacto con cada persona responsable para realizar y programar el mantenimiento.

13. PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA DEL TMF

13.1 Protocolo y procedimientos de seguridad

La Figura 8 muestra el diagrama de flujo del proceso para seguridad en el proyecto. El flujo comienza con una actividad de rutina que recopila observaciones de las inspecciones de rutina (datos cualitativos) y los datos de instrumentación (datos cuantitativos). Estos datos se utilizan para una evaluación inicial del rendimiento frente a los valores de alerta, que son niveles establecidos para evaluar si el cambio observado es esperado, inesperado o un tema de preocupación. Se deben tomar medidas si se exceden los niveles de alerta en función de los cuatro niveles propuestos resumidos más adelante en la Sección 13.2.

La seguridad y vigilancia de TMF son responsabilidad del equipo TMF de FQML, que está presente diariamente durante las actividades y supervisa el control de calidad de la construcción y recopila los datos de instrumentación para el procesamiento y la presentación de informes. El EoR es notificado como se muestra a continuación.

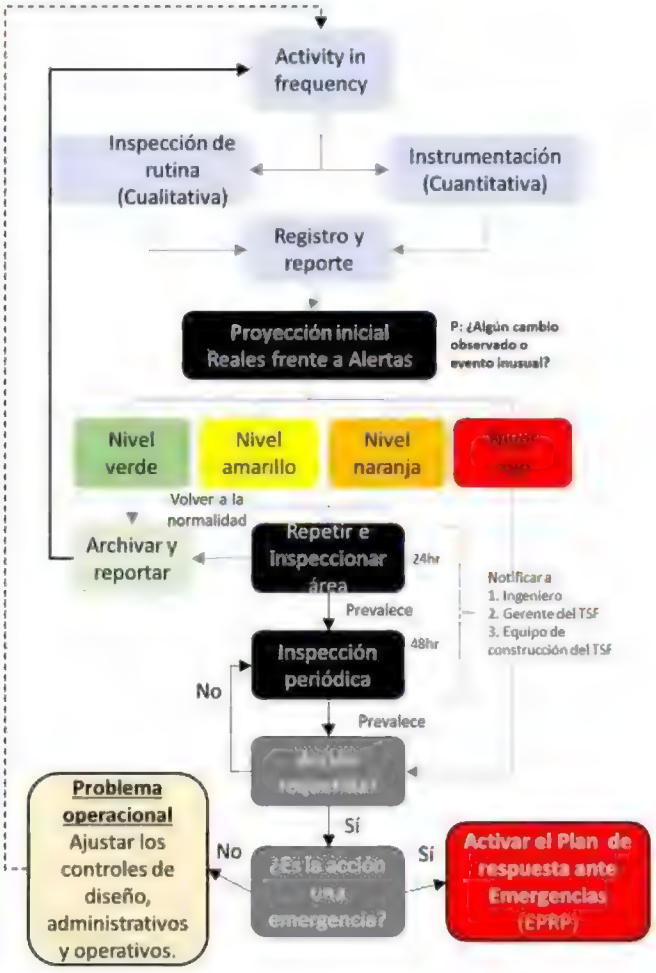


Figura 8 Diagrama de flujo del proceso de seguridad

13.2 Niveles de alerta

La Tabla 13.1 resume los cuatro niveles de alerta propuestos para el TMF. Durante la construcción y las operaciones, el TMF cambiará en respuesta a mayores esfuerzos, derivados de la construcción de la presa y a medida que se depositen los relaves. Por lo tanto, niveles de alerta deben revisarse durante las evaluaciones trimestrales de instrumentación y como parte de las revisiones anuales por parte del ingeniero.

Tabla 8 Niveles de alerta

Minera Panamá

COBRE PANAMA PROJECT

FIRST QUANTUM MINERALS LTD

Niveles de alerta	Definición	Plan de acción para el equipo de FQML	Plan de comunicación
Verde	Mediciones dentro del rango normal de valores basados en observaciones previas	No se requieren acciones adicionales. Vigilancia continúa según lo planeado.	Informe semanal estándar.
Amarillo	Mediciones allá del rango normal de valores, pero por debajo de la alerta naranja.	FQML repite la lectura dentro del turno. Idealmente, el personal de FQML debería tener la lectura previa para comparación y para lectura alto, repetida inmediata. FQML debe revisar y resumir/informar: o Inspección visual del área: cualquier clima y/o actividad que pueda ser datos causa potencial de lectura elevada. Proporcionar fotos, esquemas y notas., o Resumen de registros de lluvia, registros de operaciones, registros de construcción o cualquier TMF y al otra actividad que pueda construcción y les haber afectado las cargas de las presas. o Revisar si el cambio es atribuible a la adicional. construcción, se ha precipitación u otra carga informes diarios conocida y si la tasa de hasta que se reduzca a cambio se ha reducido con la reducción de la tasa de prevalecen, el carga aplicada. debe evaluar si la FQML debe aumentar la frecuencia de lectura a dos veces por semana o nivel según lo indique el ingeniero. Si la condición prevalece, pero no impone un riesgo de seguridad para el área, el ingeniero volverá a evaluar el nivel de alerta en la ubicación.	Dentro de las 24 horas de lectura: FQML debe recopilar lecturas adicionales. Si la lectura confirma el nivel alto, FQML notificará al ingeniero e informará las condiciones observadas en el área El ingeniero debe comentar si se requieren observaciones/acciones adicionales basadas en datos informados y anteriores. Dentro de las 48 horas de lectura: FQML notifica al ingeniero si la condición prevalece. Si la condición prevalece, el equipo de FQML notificará al equipo de manejo del equipo de construcción puede necesitar ser modificada o suspendida en el área para una revisión adicional. Si la tasa de cambio se ha reducido, enviar informes diarios de lecturas hasta que se reduzca a Verde. Si las condiciones prevalecen, el ingeniero debe evaluar si la condición plantea un problema de seguridad. Si es así, eleve al nivel Naranja.
Naranja	Mediciones más allá del rango normal de valores, pero por debajo del nivel de alerta rojo. Posible preocupación de	Acciones según la alerta amarilla. Repetir la lectura dentro de las 12 horas y aumentar la frecuencia de observadas lectura del instrumento a diario o con mayor frecuencia según las Si prevalece la condición, leer todos los instrumentos cercanos con la	Dentro de las 24 horas de lectura: FQML notifica al ingeniero las lecturas y condiciones en el área. El equipo de FQML notificará al equipo de construcción para suspender la actividad de

Niveles de alerta	Definición	Plan de acción para el equipo de FQML	Plan de comunicación
	seguridad de la presa	misma frecuencia. Realizar una revisión de los análisis de de estabilidad, considerando la planificación del cronograma de contra la construcción a corto y mediano planeado. plazo.	construcción en las áreas aguas arriba, aguas abajo o dentro 500 m lateralmente y para proporcionar protección erosión según lo El equipo FQML notifica al gerente del TMF. Si la tasa de cambio se ha reducido, envíe informes diarios de lecturas hasta que se reduzca a Verde. Si las condiciones prevalecen, el ingeniero debe evaluar si la
Rojo	Las mediciones exceden el comportamiento esperado e indican un problema probable o activo de seguridad de presa.	Acciones según la alerta naranja. Aumente la frecuencia de lectura a continua y lea todos los instrumentos cercanos diariamente. Suspender la actividad de de construcción en el área y asegurar el área para el acceso. toda Monitoree la presa en busca de hasta signos de tensión, deformación o daño. Respuesta El equipo FQML evalúa alternativas e medidas de impactos / acciones a las operaciones.	Inmediatamente: FQML notifica al ingeniero las lecturas y condiciones en el área. Notifique al equipo de gestión TMF, planta y equipo de construcción para suspender actividad de construcción nuevo aviso. Implementar el Plan de a Emergencias y las mitigación. Después de que las condiciones se vuelvan estables/seguras,

13.3 Vigilancia visual (cualitativo)

13.3.1 General

Se requiere vigilancia de rutina para evaluar el desempeño de TMF y detectar cualquier problema para tomar acciones correctivas que puedan implementarse de manera oportuna. Un programa de vigilancia consta de tres tipos de inspecciones:

1. Inspección operativa de rutina: típica, diaria, semanal y mensualmente por todo el personal y por el personal calificado designado por FQML para evaluar la condición operativa del TMF.
2. Inspección trimestral: generalmente, realizada por el ingeniero de registro junto con el ingeniero geotécnico senior FQML en el sitio para su revisión por parte del equipo de operaciones de TMF. El ingeniero de registro (EoR) también lleva a cabo inspecciones anuales formales de la presa.
3. Inspección anual: generalmente, realizada por una tercera parte independiente para verificar si todos los componentes del depósito de relaves están funcionando según lo previsto.

La inspección de seguridad de la presa y la revisión de seguridad de la presa se llevan a cabo anualmente por el EoR y cada cinco años por un tercero, respectivamente.

13.3.2 Inspecciones de rutina

El éxito de los procedimientos de vigilancia depende de la vigilancia visual de rutina por parte de todo el personal y contratistas de FQLM, que regularmente realizan trabajos en torno al TMF. La vigilancia visual de rutina permite al personal realizar observaciones continúas relacionadas con las condiciones y el comportamiento de las presas y las instalaciones asociadas (por ejemplo, tuberías, estaciones de bombeo, pozas de filtración, instrumentación de presas), así como las operaciones de manejo de pozas/reservorios, de modo que una condición peligrosa o cualquier cambio en las condiciones o el desempeño de la presa puede identificarse y abordarse de inmediato.

La capacitación sobre cómo realizar la vigilancia visual de rutina se brinda anualmente durante el Taller de Manejo de Relaves. La Tabla 9 proporciona una guía de observación típica. El Anexo XX-2 incluye la plantilla de la lista de verificación de inspección semanal realizada por el personal de FQML.

Tabla 9 Vigilancia visual de rutina

Ítems	Observaciones	Frecuencia mínima [3] Construcción activa	Frecuencia mínima 3 Ninguna construcción	Inspecciones adicionales
Condiciones de la presa	Cresta y estribos: signos de desplazamiento (por ejemplo, grietas, asentamientos, surcos) o esfuerzos o condiciones suaves. Taludes (aguas arriba y aguas abajo) y cuerpo de presa signos de desplazamiento, derrumbes, filtración, áreas húmedas, erosión o crecimiento excesivo de vegetación. Evaluar la posible erosión del relleno o la pendiente natural. Filtración: claridad y cantidad (estimaciones visuales) y signos de precipitación química.	Diariamente (todo el personal)	Diario (todo el personal) Semanalmente por ingeniero CQA	Por el ingeniero de CQA o el representante del propietario: Después de fuertes lluvias (Nota 1). Después de terremotos (Nota 2). Semanalmente durante para de operaciones temporales.
Embalse	Nivel y tamaño de la poza de agua. Ancho de la playa de relaves.			
Sistema de recubrimiento	Señales de rasgaduras, arrugas, agujeros, deterioro, grietas o abultamientos.			
Canales de desviación y salidas	Señales de erosión potencial de relleno o del talud natural. Existen signos de filtración o erosión alrededor de la entrada / salida del conducto. Existen signos de obstrucciones, erosión en la entrada o salida.			

Notas: (1) Evento mayor a un período de retorno de 10 años. (2) Lo suficientemente fuerte como para sentirse en el sitio de la
mina. (3) La frecuencia debe aumentarse si se desarrollan condiciones inesperadas o durante períodos de interés.

13.3.3 Inspecciones de seguridad de presas trimestrales o anuales

Las inspecciones de presas son realizadas por personal experimentado de FQML y contratistas de ingeniería que están familiarizados con la disposición general, la función y las condiciones normales de operación del TMF. Cualquier observación inusual realizada en las estructuras de la presa o en las instalaciones asociadas durante las inspecciones de la presa se debe informar de inmediato al Gerente de relaves y al Gerente de agua de TMF.

13.4 13.4 Vigilancia de instrumentación (cuantitativo)

13.4.1 Tipo de instrumentación

El programa de instrumentación y vigilancia para el TMF tiene los siguientes objetivos:

recopilar datos cualitativos (a través de inspecciones) y datos cuantitativos (a través de la vigilancia) para medir y registrar parámetros de respuesta (es decir, desplazamientos, presiones de poro y flujos de filtración) durante el ciclo de vida para confirmar que el comportamiento está dentro del rango esperado; monitorear el cambio en el desempeño de TMF y evaluar el cumplimiento de la intención de diseño a lo largo de las operaciones utilizando los niveles de alerta establecidos para determinar si el cambio es esperado, inesperado o un tema de preocupación.

Se prefiere el Método Observacional (Peck 1969) para implementar instrumentación y vigilancia de desempeño que sea crítico para la seguridad de la presa, y es también un requisito durante las inspecciones de rutina. Si se excede un valor de alerta determinado, debe haber una acción clara y un plan de respuesta oportuno. Los niveles de alerta se actualizarán periódicamente en función de la respuesta observada.

Los parámetros de respuesta a monitorear en el TMF se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10 Parámetros de respuesta y número de instrumentos

Parámetros de respuesta	Propósito	Tipo de instrumento y número de instrumentos instalados hasta Mediados de abril del 2020
Presión de poros	Monitorear la disipación del exceso de presión de poros desarrollada en respuesta a la carga de relleno en la fundación y el relleno de la presa, para que no se acumulen con el tiempo ni afecten la estabilidad durante la construcción y la operación. Monitorear los niveles de agua subterránea en las unidades objetivo dentro de la fundación y en profundidad para observar los gradientes de agua subterránea.	111piezómetros de cuerda vibrante (VWP) 13 piezómetros Casagrande
Asentamiento de la fundación	Registrar el asentamiento de la fundación a corto y mediano plazo dentro de la huella de la presa, con potencial de comprometer los subdrenajes y los filtros (calidades y espesor).	17 placas de asentamiento 32 celdas de asentamiento
Desplazamiento vertical y horizontal	Desplazamientos horizontales y verticales del relleno de la presa y la fundación. Monitorear la deformación de la presa en la superficie de relleno y las deformaciones de suelo de fundación profundo y la compresión o los movimientos de llenado de la presa.	Levantamiento de monumentos pendientes 06 Inclinómetros Inclinómetros con anillos magnéticos
Filtración	Monitorear de la filtración debido a precipitaciones, la colocación debajo del flujo y el agua de la poza que se filtrará a través de la presa y la fundación. Evaluar el rendimiento de drenaje en el tiempo. Se espera que las tasas de filtración reales disminuyan con el tiempo a medida que aumenta el nivel de la poza, y se depositen relaves rellenando la cuenca.	Vertederos de filtración pendientes. Incluye observaciones de volumen de flujo, turbidez y calidad del agua
Niveles de poza en el TMF	Actualizaciones anuales del balance de agua, y para ayudar a establecer la altura requerida de la presa durante las operaciones y para conciliar las observaciones del rendimiento de la instrumentación.	Levantamiento topográfico continuo Batimetría (ninguna hasta la fecha)
Flujo y niveles en otras estructuras hidráulicas	Como parte de la vigilancia de rutina, se deben recolectar las tasas de flujo y los niveles de poza y registrar en cualquier estructura de canal de derivación y en las pozas de colección de agua o filtración.	Observaciones continuas

Instrumentación adicional, como sismógrafos, estaciones meteorológicas y otras, deben ser consideradas durante la operación como parte de un control general de la mina. Las consideraciones relevantes son:

Los instrumentos, equipos o materiales destruidos, dañados o que funcionen mal deben reemplazarse dentro de un período de tiempo apropiado dependiendo de la importancia del instrumento.

Los instrumentos deben protegerse de daños, manteniendo los instrumentos enterrados y los cables de zanja en una ubicación central de lectura fuera del área de construcción activa; marque los instrumentos expuestos con marcadores grandes (visibles para camiones mineros); y mantenga los instrumentos expuestos en la superficie dentro de una carcasa protectora para proteger contra daños menores causados por vehículos ligeros o actividad humana.

La disposición de los instrumentos en el plan y las secciones se muestran en el Anexo XXI-1.

13.4.2 Frecuencia de vigilancia

La Tabla 11 presenta la frecuencia propuesta de vigilancia para el dique de arranque y la presa de arena. Solo cuando un instrumento o grupo de instrumentos en un área demuestre un comportamiento establecido o continuo durante un período prolongado (al menos 2 años), se puede revisar la frecuencia. Se debe realizar una lectura repetida inmediata de la instrumentación después de que:

se haya excedido un nivel de alerta.

cualquier precipitación que llene los canales de derivación en un 80% o más de su capacidad o produzca 20 mm (es decir, un período de retorno de 5 años) o más de lluvia, en un período de 24 horas.

cualquier evento sísmico que produzca una aceleración en el terreno de 0.10g o más, tenga una magnitud mínima de 5.0 Mw alrededor de un área de 100 km al TMF o una magnitud mínima de 6.0 Mw alrededor de un área de 200 km al TMF y produzca daños en cualquier instalación.

Se está implementando en el sitio el uso de un Sistema Automatizado de Adquisición de Datos (ADAS) con capacidades de transmisión remota y estará operativo para el segundo trimestre de 2020. Los registradores de datos se

usarán en el sitio para recopilar datos continuos del instrumento para la transmisión remota diariamente (la frecuencia puede modificarse según los requisitos). Los detalles del sistema ADAS se dan en el Anexo XXI-2.

Las lecturas de los instrumentos deben ser revisadas semanalmente por un ingeniero geotécnico calificado, cuando se haya excedido un nivel de alerta, la revisión debe realizarse dentro de las 24 o 48 horas posteriores a la lectura siguiendo los procedimientos indicados en la Sección 13.2.

Tabla 11 Frecuencia de lectura de instrumentos para construcción y operaciones

Tipo de instrumento	Frecuencia de lectura (mínima) [1]			
	Después de la instalación	Construcción activa a menos de 300 m	Sin construcción activa	Paradas temporales
Nivel de agua en el embalse	-	Niveles de agua semanales en varios lugares y en la torre de decantación		
Nivel de relaves en el embalse	-	Semanalmente durante la disposición activa. Mensualmente si no hay disposición		
Piezómetros (VWP, tubos verticales)	Diariamente durante 2 semanas, luego	Semanal	Mensual	• Antes y después de la parada, • Semanalmente en instrumentos que mostraron alerta superior al verde, luego revise si la frecuencia puede reducirse después de la inactividad.
Asentamiento (placa, celdas)			Trimestral	Al final de la parada
Monumentos de superficie		Semanal	Mensual	
Inclinómetros	Después de la instalación, luego de que la lechada de cemento se haya asentado	Bi-semanal	Mensual	• Antes y después de la parada, • Semanalmente en instrumentos que mostraron alerta superior al verde, luego revise si la frecuencia puede reducirse después de la inactividad.
Filtración	N/A	Dos veces al día (datal loger) Bi-semanal (recopilación de datos)	Dos veces al día (datal loger) Bi-semanal (recopilación de datos)	Visual durante la inspección semanal de la presa.

Nota: La frecuencia de lectura aumenta si se exceden los niveles de alerta del instrumento o después de eventos extremos.

13.4 Valores iniciales de alerta

Los niveles de alerta iniciales se establecen para evaluar si el cambio observado es esperado, inesperado o preocupante. Los niveles de alerta iniciales se dan en la Tabla 12.

Tabla 12 Valores de alerta iniciales propuestos para el TMF

Componente	Parámetro	Ubicación	Nivel Verde	Nivel Amarillo	Nivel Naranja	Nivel Rojo
Piezómetro	Elevación piezométrica	Dique de arranque	• El nivel en el núcleo es de 1.5 m o más debajo de la poza • Nivel aguas abajo del núcleo dentro de la	• Nivel en el núcleo a menos de 1.5 m por debajo del nivel de la poza (±0.1m). • Nivel aguas abajo del	• Nivel en el núcleo a nivel de la poza (±0.1m). • Nivel aguas abajo del núcleo	• Nivel en el núcleo a nivel de la poza o mayor (otra fuente de agua). • Nivel aguas abajo del núcleo> 1/2 del nivel de la poza.

Componente	Parámetro	Ubicación	Nivel Verde	Nivel Amarillo	Nivel Naranja	Nivel Rojo
			capa de drenaje o debajo del nivel de drenaje positivo aguas abajo de la cuenca.	núcleo <1/3 del nivel de la poza.	<1/2 del nivel de la poza.	
		Cuerpo del dique de arena cicloneada	Dentro de la plataforma de enrocados o dentro del blanket drain (fuera del perímetro de erocados)	En la parte superior del sistema de drenaje primario o dentro del drenaje general	Dentro de 1 m sobre la parte superior del sistema de drenaje (dentro del relleno de arena)	El nivel del agua está a Y metros sobre el fondo de la arena underflow, donde: Y = 1 + (distancia desde la línea actual al pie) * 2.5%
		Fundación	Indicado anteriormente	Indicado anteriormente	Indicado anteriormente	Indicado anteriormente
	presión de poro (Bbar)	Fundación	Bbar < 0.1, con disipación	0.1 < Bbar < 0.2. Sin disipación	0.2 < Bbar < 0.3. Sin disipación	Bbar > 0.3; sin disipación incluso cuando la actividad de construcción se detuvo.
	Tasa piezométrica de aumento durante el mismo período (es decir, semanalmente).	Fundación y relleno	Más bajo (<0.75) que el aumento en el nivel la poza de relaves. La tasa de aumento es inferior a 0.5 m/semana (0.05 m/d).	Cerca (0,75 a 1) al aumento en la poza de relaves, o la tasa de cambio es superior a 0.5 m entre lecturas (es decir, semanalmente). La tasa de aumento es de entre 0.5 m y 0.7 m/semana. (0.05 m/d a 0.1 m/d)	Mayor (1 a 1.5) al aumento en la poza de relaves o el cambio es de más de 0.75 m entre lecturas (es decir, semanalmente). La tasa de aumento es de entre 0.7 m y 1 m/semana. (0.1 m/d a 0.15 m/d)	Mayor (> 1.5) al aumento en el nivel de la poza de relaves durante el mismo período o cambios> 1 m entre lecturas (es decir, semanalmente). Velocidad de aumento> 1 m/semana (0.15 m/d).
Asentamiento	Acumulativo en los últimos 12 meses		< 0.5 m	>0.5 m	>0.75 m	>1 m
	Incremental entre lecturas		< 50 mm/semana	> 50 mm/semana	> 75 mm/ semana	> 100 mm/ semana
Inclinómetro	Movimiento de desplazamiento acumulativo a lo largo de un plano definido durante los últimos 12 meses.		< 25 mm	>25 mm	>35 mm	>50 mm
	Desplazamiento incremental (movimiento a lo largo de un plano definido entre lecturas)		< 10 mm	>10 mm	> 15 mm	>20 mm
Monumento	Desplazamiento acumulado en los últimos 12 meses.		<0.3 m	>0.3 m	> 0.4 m	>0.5 m
	entre lecturas		<20 mm/ semana	20 mm/ semana	20 to 50 mm/ semana	50 mm/ semana
Filtraciones	Flujo y turbidez		Condiciones normales de filtración en el drenaje. Sin infiltración en talud	Entre condiciones de flujo normales y máximas en el drenaje. Sin infiltración en talud.	Cerca de las condiciones de flujo máximo en el drenaje. Sin infiltración en talud	Excede las condiciones de flujo máximo y la luz del día en la pendiente. La filtración es turbia con sedimentos suspendidos.

Notas:

1. B-bar: se refiere a la respuesta de presión de poro a la carga de llenado y se define como la relación entre el cambio en la presión de poro medida en la punta y el cambio en la tensión vertical total de la colocación del relleno por encima de la punta.
2. Durante la colocación hidráulica, los niveles piezométricos pueden aumentar, pero no deben aumentar más de 0.5 m dentro de 1 día de la colocación hidráulica sobre la ubicación de la punta. El drenaje de la celda de arena debería ser obvio.
3. Los niveles de alerta para piezómetros cerca de los pilares deben revisarse después de que los aumentos de arena hayan progresado más de 1/3 de la altura de la presa.

Otros niveles de alerta considerados para el TMF se resumen en la Tabla 13 a continuación.

Tabla 13 Valores de alerta propuestos para otras estructuras

Componente	Parámetro	Nivel Verde	Nivel Amarillo	Nivel Naranja	Nivel Rojo
Producción de relleno de arena	Contenido de finos del underflow de la segunda etapa (pasando 0.075 mm) medido en la Casa de cicloneo	<8%	<10%	N/A	>10%
Manejo de Agua	Elevación de la poza de operación	Bajo el nivel máximo de operación (MaxOWL)	Al MaxOWL	1 m sobre MaxOWL durante más de 3 días (1 m equivale a una pérdida en el ancho de la playa de 200 m)	2 m sobre MaxOWL durante más de 3 días sin tendencias de desaguado
		Borde libre de operación mayor que el borde libre de la presa + playa	Borde libre de operación igual que el borde libre de la presa + playa	Borde libre de operación dentro del borde libre de contingencia	Borde libre de operación cerca al borde libre de la presa
	Longitud de la playa: Distancia horizontal entre el nivel mínimo de playa de relaves en contacto con el perímetro de la presa y la poza de operación	> 600 m	Cerca de 600 m	400 m a 600 m (temporalmente, menos de 3 días)	< 400 m
Torre de decantación	Profundidad del agua sobre stoplog	Para ser agregado por el ingeniero de recursos hídricos.			
Túnel de	Tasa de salida	Para ser agregado por el ingeniero de recursos hídricos.			
		Claro	Materiales nocivos	Ramas y vegetación	Relaves
	pH	7 to 9	6 to 7	4 to 5	< 4
	Profundidad del agua dentro del túnel	Para ser agregado por el ingeniero de recursos hídricos.			
Bombas de recuperación	Velocidad de bombeo	Para ser agregado por el ingeniero de recursos hídricos.			

14. PLAN DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

14.1 General

El gerente de TMF o su suplente designado tienen la autoridad principal para activar el plan EPRP e iniciar la respuesta adecuada. El EPRP se activa

bajo una condición potencial o hipotética que podría conducir a una falla de la presa durante el ciclo de vida del TMF (ver Sección 1).

Las situaciones de emergencia pueden surgir de situaciones técnicas y no técnicas y son diferentes a los problemas operativos (ver Anexo XX-1) que pueden ser atendidos sin activar el EPRP. Al considerar situaciones de emergencia, se debe considerar lo siguiente:

> Cada peligro potencial se considera en términos de probabilidad y consecuencia para evaluar el riesgo. Luego se implementan controles preventivos apropiados (diseño y controles operativos) y controles de mitigación para reducir el riesgo a niveles aceptables.
> Si el diseño o los controles operativos no se implementan o no son efectivos dentro de un procedimiento establecido, podría ocurrir un evento importante que conduzca a una emergencia (por ejemplo, rebose o rotura de presa).
> En caso de emergencia, se implementarían controles reactivos o de mitigación (por ejemplo, activación EPRP, contener liberación, evacuar) con la intención de mitigar y reducir las consecuencias (por ejemplo, lesiones o pérdida de vidas, impactos a largo plazo).

El plan de respuesta de emergencia en el sitio se incluye en el Anexo XXII.

FQML es responsable de la integración y el enlace entre el equipo de TMF y el equipo de la mina. Los eventos en el TMF pueden no activar la activación del EPRP en todo el sitio y viceversa; sin embargo, ambos equipos deben ser conscientes de las interacciones entre sus sistemas.

14.2 Modos de falla potenciales

Varios mecanismos independientes o combinados pueden activar un modo de falla potencial que podría conducir a un evento mayor (emergencia). Las situaciones de emergencia pueden surgir debido a:

1. Modos de falla técnica: desbordamiento de la presa, erosión interna, erosión externa e inestabilidad estructural (caída, deslizamiento, agrietamiento o abultamiento de la presa).
2. Modos de falla no técnicos: cambio de diseño durante la construcción y operación.

3. Sucesos externos y otros: sabotajes y vandalismo.
4. Eventos naturales: grandes terremotos, inundaciones extremas o tormentas inusualmente severas.

No todos los mecanismos que conducen a un evento son válidos y pueden tener baja probabilidad. La Tabla 14.1 incluye una evaluación y revisión de posibles modos de falla como una evaluación preliminar de riesgos. Se debe realizar una evaluación más detallada para evaluar aún más las mitigaciones para estos eventos.

14.3 Efectos de inundación (Análisis de rotura de presas)

KCB realizó en 2018 una evaluación de impacto de una potencial falla y una evaluación de la clasificación del TMF según su consecuencia de falla. A continuación, se presentan los resultados del modelo de desviación de acuerdo con los requisitos de la Canadian Dam Association (CDA). El análisis de rotura de presas incluyó áreas desde los embalses TMF hasta la desembocadura del río Caimito hasta el mar Caribe, aproximadamente a 16 km aguas abajo. Para detalles del modelo, consulte KCB (2018a) incluido en el Anexo IX.

La rotura de presa por rebose o erosión interna a través del cuerpo del dique Norte o Este se utilizaron en la evaluación de impacto de falla como el peor modo de falla basado en la forma del embalse de TMF, el diseño y la planificación de la disposición. Los impactos aguas abajo esperados incluyeron:

Las áreas de inundación varían dependiendo de si la rotura es del dique Norte o Este, y por lo tanto presentan diferentes peligros.
La profundidad máxima está entre 2 m y 30 m, pero se limita en gran medida a los canales de los ríos Río del Medio y Río Caimito. El ancho de la inundación varía entre 15 m y 20 m en las llanuras de inundación inmediatamente adyacentes a los canales. La aldea Nuevo Sinaí se inundará si se rompe el dique Este, pero no en el caso de falla del dique Norte. La aldea de Caimito en la desembocadura del río Caimito se inundará parcialmente durante una falla de presa, pero el tiempo para alcanzar la descarga máxima es de aproximadamente 13 horas.

Tanto para escenarios de desborde (overtopping) como de erosión interna, la velocidad es de aproximadamente 6 m/s en los canales principales de los ríos. Las velocidades más altas son de aproximadamente 9 m/s en secciones estrechas o en confluencias. La velocidad en la llanura de inundación está entre 1 m/s y 4 m/s debido al área de flujo más plana y amplia. La profundidad de inundación incremental es el aumento en la profundidad del flujo como resultado de la rotura de presa. La profundidad incremental máxima es de aproximadamente 20 inmediatamente aguas abajo del TMF en los canales principales del río.

Tabla 14 Consecuencia y modos de falla potenciales

Modo hipotético de falla	Escenario creíble?	Posibles mecanismos de activación que conducen a este tipo de modo de falla	¿Cómo se detecta?	Controles críticos	Emergencia
Rebose (overtopping)	Escenario creíble durante operación (sin aliviadero de emergencia) dependen de la torre de decantación y la estrategia de disposición. La probabilidad se reduce durante el cierre debido al aliviadero de cierre. Escenario no creíble, deslizamiento de tierra dentro del borde de la cuenca creando una ola hacia la presa.	Borde libre operativo reducido y capacidad de almacenamiento de inundación reducida debido a: 1. Torre o túnel de decantación inoperativos. 2. Tasa de incrementos de relaves rápida y tasa de crecimiento de presas más lenta que la planificada, y capacidad de recuperación limitada. 3. Disposición de relaves deficiente y densidad de consolidación más lenta de lo previsto en el modelo de disposición. 4. Ocurrencia de inundaciones consecutivas que reducen el borde libre y la capacidad de desaguado. 5. Grandes deformaciones y caída repentina de la elevación de la cresta y pérdida del borde libre de la presa. 6. Abandono del TMF. Los disturbios civiles o la interrupción de las operaciones mineras conducen a la no gestión del TMF. Los niveles de agua en el TMF podrían acumularse sin control y eventualmente sobrepasar la presa.	Tasa de aumento de embalse más rápida de lo planeado. Elevación de la cresta de la presa menor a la requerida. Inundación repentina y pérdida de ancho de playa. Capacidad limitada del sistema de recuperación y paradas inesperadas.	Ancho de playa > 600 m y estrategia de disposición controlada para mantener la poza de agua lejos de la presa y una playa de relaves ancha. El borde libre de la playa para contener eventos de tormenta IDF de larga duración, incluidos los permisos. Borde libre de la presa con contingencia operativa antes del crecimiento de la poza. Disposición continua y calibración del balance hídrico en base a datos de batimetría y rendimiento operativo. Mantenimiento continuo de la torre de decantación. Vigilancia e inspecciones de rutina de la presa.	Rotura de presa e inundaciones (extensión variable dependiendo de las condiciones previas al evento). Pérdida de contención ambiental.
Erosión interna (Piping)	Escenario creíble debido a modificaciones en los filtros del dique de arranque y la posible presencia de capas de mayor conductividad hidráulica dentro del núcleo.	1. La inundación y el ancho reducido de la playa de relaves creando altos gradientes a través de la presa. 2. Control de calidad deficiente o cambios que conducen a deficiencias en el núcleo (capas de conductividad hidráulica más altas) o zonas de filtro no compatibles que pueden conducir a la migración de finos. 3. Mala calidad de instalación del revestimiento de geomembrana en el talud aguas arriba de la presa, lo que permite mayores gradientes a través de la presa.	Aumento rápido de las tasas de filtración o gradientes o inexplicable aspecto turbio de la filtración a través de la presa y/o fundación.	Ancho de playa> 600 m y estrategia de disposición controlada. Control de calidad en la geomembrana, planificada en lugares donde no se puede mantener el borde libre de la playa. Filtros de contrapeso aguas abajo del dique de arranque para mitigar la migración de finos. Gruesas capas de filtro para tener en cuenta las deformaciones sísmicas.	La migración incontrolada de finos y la erosión excesiva conducen a la pérdida de estabilidad estructural, lo que podría conducir a deformaciones y liberación de relaves y / o agua (extensión variable dependiendo de las condiciones previas al evento). Pérdida de contención ambiental.

Modo hipotético de falla	Escenario creíble?	Posibles mecanismos de activación que conducen a este tipo de modo de falla	¿Cómo se detecta?	Controles críticos	Emergencia
		4. Daño al núcleo debido a deformaciones excesivas y desprendimiento de filtros debido a la deformación diferencial inducida por cargas estáticas o sísmicas. 5. Alta filtración inesperada de agua subterránea o de contacto con estribos.		Control de calidad para aprobación y colocación de materiales. Poza de colección de filtración para monitorear la cantidad y la turbidez de la filtración. Vigilancia e inspecciones de rutina en la presa.	
Deformaciones o fallas en el talud (caída)	Escenario creíble debido a la fundación de saprolito compresible y la movilidad cíclica del saprolito bajo el sismo de diseño.	1. Aumento inesperado de los niveles freáticos aguas arriba de la presa debido a la pérdida del ancho de la playa u otras actividades desatendidas. 2. Falla de la fundación debido a capas de fundación débiles, suelos frágiles con pérdida de resistencia bajo carga constante, falla no drenada (capa contractiva bajo carga que causa un debilitamiento de la presión de poro alta y una respuesta no drenada) con desplazamiento vertical asociado en la cresta. 3. Deformación excesiva debido a un evento sísmico. 4. Erosión interna con pérdida de estabilidad estructural.	Deformaciones repentinas o mayores, desplazamientos verticales u horizontales del relleno de la presa o fundación a través de una zona discreta o continua. Presencia de grietas y movimiento diferencial. Incremento inesperado en los niveles freáticos, tasas de filtración o gradientes o filtración turbia.	Control de calidad durante la preparación de la fundación para eliminar los suelos débiles y compresibles dentro de la huella de la presa. Control de compactación en la arena underflow para obtener una respuesta al corte dilatante. Geometría de presas con pendientes planas y bermas de apoyo aguas abajo. Secuencia constructiva de la presa aguas abajo antes de elevar la cresta de la presa (proporciona apoyo antes de aumentar la fuerza impulsora). Vigilancia de desplazamientos y presiones de poros utilizando inclinómetros, medidores de asentamiento y piezómetros. Vigilancia de instrumentación e inspecciones de rutina de la presa.	Deformación excesiva que conduce a la pérdida del borde libre (y posterior rebose) o la estabilidad estructural con la posterior liberación de relaves y/o agua (extensión variable dependiendo de las condiciones previas al evento).

Modo hipotético de falla	Escenario creíble?	Posibles mecanismos de activación que conducen a este tipo de modo de falla	¿Cómo se detecta?	Controles críticos	Emergencia
Erosión Externa	Escenario creíble debido a las características erosionables del underflow utilizada para el cuerpo de la presa.	1. Evento de inundación extrema con manejo incontrolado de aguas superficiales (canales de desvío) en el talud o al pie de la presa. 2. Falla o rotura de la tubería de relaves a lo largo de la cresta de la presa o aguas abajo de los estribos 3. Erosión de taludes o al pie, debido a altas tasas de filtración incontroladas. 4. Erosión por olas durante inundaciones y tormentas en la ladera aguas arriba de la presa.	Grandes agrietamientos en la cara aguas abajo o en la cresta de la presa. Sedimento excesivo en escorrentía o filtración.	Protección proactiva contra la erosión y control de sedimentos. Estrategia de gestión de relaves que incluye protección de tuberías y protección de presas en caso de roturas de tuberías. Mantenimiento de canales y pozas. Vigilancia e inspecciones de rutina de la presa.	Las condiciones o incidentes peligrosos requerirán reparación, pero si no se atiende, se podría perder la contención y la estabilidad estructural.
Falla mecánica o de equipo o pérdida de control de proceso	Escenario creíble considerando gran dependencia de estructuras individuales (p.ej., torre de decantación). Modo de falla potencialmente crítico si se combina con una inundación de diseño de entrada y si no se resuelve de manera oportuna	1. Falla, avería o mal funcionamiento de la bomba de recuperación, túnel o torre de decantación. 2. Conductos o compuertas que funcionan mal o aumentan la presión. Tubería desgastada o dañada. 3. Falla de la línea eléctrica. 4. Falla del equipo. 5. Falla de la instrumentación (piezómetros) que impida la identificación de problemas.	Corte de electricidad. Fallas en procesos y procedimientos. Lavados y derrames repetidos o únicos. Crecimiento no planificado del embalse	Vigilancia e inspecciones de rutina de la presa. Mantenimiento programado y reparaciones. Probar ensayos de respuestas de emergencia en estos escenarios. Instrumentos de respaldo y suministros disponibles	Las condiciones o incidentes peligrosos requerirán mantenimiento y reparaciones, pero si no se atienden, podrían producirse pérdidas de contención y estabilidad estructural
Drenaje ácido o degradación potencialmente geoquímica	Escenario creíble considerando la alta variabilidad en la fuente del material para la producción de rocas y filtros. El corte presenta un contenido de azufre de 0.3% y está bajo revisión por FQML para evaluar el potencial de neutralización de los materiales disponibles en el sitio.	1. Uso de material con más de 0.3% de contenido de azufre, considerado como material potencialmente generador de ácido. 2. Posible precipitación y degradación geoquímica que conducen a la obstrucción o reducción de la conductividad hidráulica de los materiales de filtro. 3. filtración o Liberación del flujo de salida del túnel de decantación del TMF que excede los parámetros de calidad del agua.	Cambios en el pH histórico y en el total de sólidos suspendidos (TSS). Presencia de precipitados de óxido en la filtración o en el agua de salida	Pruebas frecuentes en el área de préstamo, previo al transporte, y en materiales colocados. Vigilancia de la calidad del agua de filtración y salida. Vigilancia e inspecciones de rutina en la presa. Evaluación del potencial de neutralización, desempeño a corto y largo plazo de los materiales disponibles en el sitio.	Condiciones ambientales peligrosas que requieren tratamiento y recolección. Posible tratamiento adicional si la filtración excede los límites ambientales. Sin embargo, el precipitado puede conducir a la pérdida de la capacidad de drenaje, lo que aumenta los niveles freáticos en la

Modo hipotético de falla	Escenario creíble?	Posibles mecanismos de activación que conducen a este tipo de modo de falla	¿Cómo se detecta?	Controles críticos	Emergencia
					presa y la reducción de la estabilidad estructural
Sabotaje y otros actos de vandalismo.	Aislar ubicación	1. Vandalismo, explosivos, no autorización de acceso o de uso de equipos/maquinaria.	Incumplimiento de seguridad y vigilancia	Vigilancia e inspecciones de rutina presa. de seguridad.	La violación de la de la seguridad puede Inspección conducir a una situación peligrosa

14.4 14.4 Procedimientos de comunicación EPRP

El plan de comunicación de FQML figura en el Anexo XXII, incluida la siguiente información:

Diagrama de flujo de notificación y lista de números de contacto internos y externos asociados con el TMF en condiciones normales y de emergencia.
Acceso al sitio y plan de evacuación, incluido el acceso primario y secundario a la mina o al TMF que se utilizará para llegar a emergencias potenciales o para la evacuación, incluidos los medios, tales como: a pie, por barco, helicóptero, vehículo todo terreno, etc.
Tipo de sistema de advertencia para alertas in situ y externas, incluida una lista de equipos y materiales para el personal interno y externo.
Matriz de respuesta organizacional de comando de incidentes.

15. ESTRATEGIA DE CIERRE DEL TMF

La estrategia de cierre conceptual adoptada por FQML se encuentra en el Anexo XXIII.

16. PLAN DE MANEJO DE CRISIS

Una crisis se define como un evento o conjunto de circunstancias que podrían afectar significativamente la capacidad de FQML para llevar a cabo sus negocios, dañar la reputación del propietario y amenazar el medio ambiente. El EPRP está destinado a guiar la respuesta física inicial a la emergencia, mientras que un Plan de Crisis está destinado a guiar las comunicaciones internas y externas.

La planificación de crisis de FQML figura en el Anexo XXIV.

17. CIERRE

Declaración de cierre de FQML.

REFERENCIAS

Canadian Dam Safety Association. 2013. "Dam Safety Guidelines – 2007 (Revised 2013)".

Canadian Dam Safety Association. 2019. "Technical Bulletin: Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams".

D.E. Cooper & Associates Pty Ltd. (DEC). 2014. Deposition Modelling of the Cobre Panama Tailings Management Facility Year 1 – 10. February. Document prepared by CyMod Systes Pty Ltd.

Geo Consultores S.A. 2013. Probabilistic Seismic Hazard Assessment (PSHA) for Cobre Panama Project. August.

Joint Venture Panama Ltd. (JVP). 2013a. Tailings Management Facility Status Design Report. Rev. PB. June 14.

JVP. 2013b. TMF Foundation Investigation Factual Report. June 28.

JVP. 2013c. Technical Report Mine Site Geotechnical Investigation Factual Report.

June 17. JVP. 2013d. Preliminary Liquefaction Assessment of TMF Valley Alluvium

Foundation. April 30.

Klohn Crippen Berger Ltd. 2014. Mina de Cobre Panama Copper Project: Trade-off Study – Tailings Embankment Design. Document No. 1824-363-C02-LTR-00003-R2. May.

Klohn Crippen Berger Ltd. 2015. Tailings Embankment Underflow Sand Raise Design. Doc No. 1824- 363-M02-RPT-00002-R0. May.

Klohn Crippen Berger Ltd. 2017. Starter Dam Construction – Impacts on Sand Dam Design. Doc. No. 1824-363-C02-RPT-00008. January.

Klohn Crippen Berger Ltd. 2018a. Cobre Panama TMF – Revised Sand Dam Crest Raise Sequence. Doc No. 1824-363-C-02-LTR-00007-R0. September.

Klohn Crippen Berger Ltd. 2018b. Cobre Panama Project – TMF Dam Break – Failure Impact Assessment. March.

Klohn Crippen Berger Ltd. 2020. Technical Query (TQ) 015 – Filter Material Assessment Rev 1

April. Mining Association of Canada (MAC). 2019. A Guide to the Management of Tailings

Facilities. Version 3.1.

Mining Association of Canada (MAC). 2019. Developing an Operation, Maintenance and Surveillance Manual for Tailings and Water Management Facilities. Second Edition.

Peck, R.B. 1969. Advantages and limitations of the observational method is applied soil mechanics. Geotechnique, 19. Noo.2. pp. 171-187.

Universidad de Panama Instituto de Geociencias (University of Panama). 2013. Evaluation of the Study Probabilistic Seismic Hazard Assessment (PSHA) for Cobre Panama. Septem

Anexo XX-1
Matriz de soluciones durante operación

ABREVIATURAS

TO Operador de relaves (según sus siglas en inglés por Tailing operator)

CRO Operador de sala de control (según sus siglas en inglés por Control Room Operator)

U/F Underflow

O/F Overflow

u/s Talud aguas arriba (según sus siglas en inglés por upstream slope)

VFD Variador de frecuencia (según sus siglas en inglés por Variable Frequency Drive)

COT Tiempo de Operación del ciclón (según sus siglas en inglés por Cyclone Operation time)

EOR Ingeniero de registro ((según sus siglas en inglés por Engineer of Record)

QA/QC Aseguramiento de la calidad y Control de la calidad (según sus siglas en inglés por Quality Assurance and Quality Control)

TMF Instalación de almacenamiento de relave (según sus siglas en inglés por Tailings Management Facility)

XX-1 RESUMEN

La matriz de solución de problemas muestra problemas potenciales síntomas, respuesta y personal responsable de los siguientes componentes:

Distribución de relave
Presas TMF
Embalse TMF
Filtraciones en el TMF, Poza de sedimentación, Torre de decantación y general

FQM debe revisar y actualizar estas tablas de acuerdo con sus procedimientos operativos internos.

Lista de tablas

Tabla XX- 1 Matriz de Solución de Operación – Distribución de relave 2
Tabla XX-2 Matriz de Solución de Operación – Presas TMF 8
Tabla XX-3 Matriz de Solución de Operación – Embalse TMF 15
Tabla XX-4 Matriz de Solución de Operación – Filtraciones, Poza de sedimentación y torre de decantación en TMF 17

Tabla XX- 1 Matriz de Solución de Operación – Distribución de relave

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
Relave más gruesos y primera etapa				
1	Desborde en el tanque del relave grueso	a. Incremento repentino del tirante de relave en el tanque b Mayor demanda de carga hidráulica y aumento de la presión de la bomba. c. Atasco en la tubería aguas abajo por asentamiento de relave d. Aire en el tubo de salida del tanque.	a. Verificar el rango de flujo (máximo) b. Operar las bombas c. Abrir la válvula de desborde para derivar el relave al embalse. d. Diluir el relave para facilitar el transporte (si es posible) c. Lavar las líneas e. Instalar un respiradero	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
2	Las bombas del tanque de relave grueso se detuvieron	a. Incremento el tirante de relave en el tanque. b. Desborde del tanque c. Atasco en la tubería aguas abajo por sedimentación de relave d. El agua del sello no funciona e. Problemas en el motor f. Corte eléctrico g. El sistema de comunicaciones tiene problemas	a. Derivar el relave directamente al embalse b. Comprobar la interrupción eléctrica y el estado de las bombas. c. Investigar las razones del corte de energía y el tiempo potencial para mitigar el problema. d. Lavar las líneas e. Mantenimiento de la estación de bombas. f. Revisar/cambiar el impulsor g. Verificar las piezas de repuesto y planificar la adquisición. h. Verificar los parámetros de operación (velocidad, presión, temperatura, etc.) en la sala de control i. Comprobar cómo funciona la bomba (concentración de sólidos, velocidad, NPSH, cavitación, comunicación, instrumentación, etc.)	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
3	El nivel de agua en la estación de bombeo del tanque de relave grueso disminuye	a. Deficiencia en la clasificación b. El contenido de finos en U/F aumenta c. Atasco en la tubería aguas abajo por asentamiento de relave	a. Comprobar la cantidad de flujo y las concentraciones de sólidos. b. Aumentar la dilución en el tanque. c. Lavar las líneas d. Disminuir el flujo y enviar una porción de colas por la tubería de drenaje. e. Derivar el relave al embalse	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
4	Enarenado/atasco de las líneas de alimentación de la primera etapa	a. El tanque de relave grueso se desborda b. Alta presión en las bombas. c. Disminuye la presión o eliminar la presión en el grupo de ciclones	a. Comprobar si la válvula de alimentación está abierta adecuadamente b. Aumentar la velocidad de las bombas. c. Parar y limpiar la línea (restablezca el flujo con agua, lave toda la línea al final del proceso de limpieza) d. Golpear con el mazo e. Verificar la disponibilidad de drenaje	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
		d. Deficiencia en la clasificación	f. Verificar la filosofía del funcionamiento del sistema de bombas (encendido / apagado, cierre / apertura de válvulas para drenaje, etc.) g. Desmontar las tuberías y limpiar.	
5	Cambio de la distribución de partículas y cantidades de U/F-O/F (especialmente en finos) en estaciones de ciclón	a. Incremento del contenido de finos en U/F, b. Incremento de las partículas gruesas en O/F c. Cambio en el contenido de sólidos	a. Verificar la cantidad de flujo b. Aumentar la dilución y la presión c. Reducir la cantidad de ciclones d. Cambiar el ciclón, Apex, Vortex e. Verificar los repuestos y el plan de adquisición	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
Tolva primaria U/F y segunda etapa				
6	Se produce un desbordamiento en el tanque U/F del ciclón primario	a. Incremento repentino de tirante de relave en el tanque b. Mayor demanda a la cabeza e incremento la presión de la bomba c. Atasco en la tubería aguas abajo por asentamiento de relave d. Aire en el tubo de salida del tanque	a. Verificar el rango de flujo (máximo) b. Operar las bombas c. Abrir la válvula de desborde para derivar el relave al embalse. d. Diluir el relave para facilitar el transporte (si es posible) c. Lavar las líneas e. Instalar un respiradero	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
7	Las bombas del tanque del ciclón primario U/F se detuvieron	a. Incremento del tirante de relave en el tanque. b. Desborde del tanque c. Atasco en la tubería aguas abajo por sedimentación de relave d. El agua del sello no funciona e. Problemas en el motor f. Corte eléctrico g. El sistema de comunicaciones tiene problemas	a. Derivar el relave directamente al embalse b. Comprobar la interrupción eléctrica y el estado de las bombas. c. Investigar las razones del corte de energía y el tiempo potencial para mitigar el problema. d. Lavar las líneas e. Mantenimiento de estación de bombas. f. Revisar/cambiar el impulsor g. Verificar las piezas de repuesto y planificar la adquisición. h. Verificar los parámetros de operación (velocidad, presión, temperatura) i. Comprobar cómo funciona la bomba (concentración de sólidos, velocidad, cavitación)	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
8	El nivel de agua en la estación de bombas del tanque de ciclón primario U/F disminuye	a. Deficiencia en la clasificación b. El contenido de finos en U/F aumenta	a. Comprobar la cantidad de flujo y las concentraciones de sólidos. b. Aumentar la dilución en el tanque. c. Lavar las líneas d. Disminuir el flujo y enviar una porción de colas por la tubería de drenaje. e. Derivar el relave al embalse	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
		c. Atasco en la tubería aguas abajo por asentamiento de relave		
9	Enarenado de las líneas de alimentación de la segunda etapa	a. El tanque de relave grueso se desborda b. Alta presión en las bombas. c. Disminuir la presión o eliminar la presión en el grupo de ciclones d. Desborde en el tanque d. Deficiencia en la clasificación	a. Comprobar si la válvula de alimentación está abierta adecuadamente b. Aumentar la velocidad de las bombas c. Pare y limpie la línea (restablezca el flujo con agua, lave toda la línea al final del proceso de limpieza) d. Golpear con el mazo e. Verificar la disponibilidad de drenaje f. Verificar la filosofía del funcionamiento del sistema de bombas (encendido / apagado, cierre / apertura de válvulas para drenaje, etc.) h. Desmontar las tuberías y limpiar.	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
10	Cambio de la distribución de partículas y cantidades de U/F-O/F (especialmente en finos) en estaciones de ciclón	a. Incremento del contenido de finos en U/F, b. incremento de las partículas gruesas en O/F c. Cambio en el contenido de sólidos	a. Verificar la cantidad de flujo b. Aumentar la dilución y la presión c. Reducir la cantidad de ciclones d. Cambiar el ciclón, Apex, Vortex e. Verificar los repuestos y el plan de adquisición	El supervisor de relave de turno notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador
11	Insuficiente U/F = división / producción	a. El balance de masa de la cantidad de ciclones es más bajo de lo teóricamente previsto según el tonelaje procesado b. Cálculo teórico de la división basado en muestras concurrentes de muestras enteras, O/F y U/F.	a. Revisar gradaciones de molienda b. Ajustar ciclones c. Ajustar el agua de dilución d. Restablecer objetivo de molienda a molienda más gruesa e. Verificar la relación (arena / relave total) f. Verificar la disponibilidad de ciclones, COT, otros parámetros g. Verificar los repuestos y el plan de adquisición	El supervisor de relave de turno notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador
Ciclón secundario U / F tolva y descarga de arena				
12	Desborde en el tanque del ciclón secundario U/F	a. Aumento repentino del tirante de relave en el tanque b Mayor demanda de carga hidráulica y aumento de la presión de la bomba.	a. Verificar el rango de flujo (máximo) b. Operar las bombas c. Abrir la válvula de desborde para derivar el relave al embalse. d. Diluir el relave para facilitar el transporte (si es posible) c. Lava las líneas e. Instalar un respiradero	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
		c. Atasco en la tubería aguas abajo por asentamiento de relave d. Aire en el tubo de salida del tanque.		
13	La bomba en el tanque del Ciclón Secundario U/F se detuvo	a. Incremento del tirante de relave en el tanque. b. Desborde del tanque c. Atasco en la tubería aguas abajo por asentamiento de relave d. El agua del sello no fluye e. Problemas en el motor f. Corte eléctrico g. El sistema de comunicaciones tiene problemas	a. Derivar el relave directamente al embalse b. Comprobar la interrupción eléctrica y el estado de las bombas. c. Investigar las razones del corte de energía y el tiempo potencial para mitigar el problema. d. Lavar las líneas e. Mantenimiento de estación de bombas. f. Revisar/cambiar el impulsor g. Verificar las piezas de repuesto y planificar la adquisición. h. Verificar los parámetros de operación (velocidad, presión, temperatura, etc.) en la sala de control i. Comprobar cómo funciona la bomba (concentración de sólidos, velocidad, NPSH, cavitación, comunicación, instrumentación, etc.)	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
14	El nivel de agua en la estación de bombeo del Ciclón Secundario U/F disminuye	a. Deficiencia en la clasificación b. El contenido de finos en U/F aumenta c. Atasco en la tubería aguas abajo por asentamiento de relave	a. Comprobar la cantidad de flujo y las concentraciones de sólidos. b. Aumentar la dilución en el tanque. c. Lavar las líneas d. Disminuir el flujo y enviar una porción de colas por la tubería de drenaje. e. Derivar el relave al embalse	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
15	Atasco de las tuberías de descarga U/F en el embalse	a. el tanque se desborda b. Alta presión en las bombas c. Alta presión sobre la presa d. No hay presión a lo largo de la cresta de la presa	a. Comprobar si la válvula está abierta adecuadamente b. Aumentar la velocidad de las bombas con criterio c. Cambiar y descargar en la celda cercana d. Parar y limpiar la línea U/F de arena (restablezca el flujo con agua; enjuague toda la línea U/F al final del proceso de limpieza) e. Golpear con el mazo f. Verificar la disponibilidad de drenaje g. Verificar la filosofía del funcionamiento del sistema de bombas (encendido / apagado, cierre / apertura de válvulas para drenaje, etc.) h. Desmontar las tuberías y limpiar. i. Verificar la cantidad de flujo, especialmente el mínimo recomendado (trabaje 10 m^3/h por encima del flujo mínimo) j. Controlar el contenido de finos de la lechada y no transporte cuando este tiene menos del 5%	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
16	Insuficiente calidad U/F (>10% menos que el tamiz #200) - no	a. El porcentaje +~3% de la prueba rápida con la balanza Marcy es	a. A medida que aumenta la tendencia de <# 200: - Ajustar la dilución de la planta ciclónica. - Ajustar la presión del ciclón	El supervisor de relave de turno notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
	alcanza la gradación objetivo u/f en estaciones de ciclón	superior al máximo (en la segunda estación) b. El contenido de finos U/F en la primera estación de ciclón es alto c. La dilución de la alimentación a la segunda estación de ciclón es alta.	b. Desviar el U/F directamente al depósito hasta que los finos sean inferiores al 10% c. Verificar el mantenimiento y la calibración de la balanza Marcy. La balanza Marcy debe calibrarse en laboratorio. d. Usar pruebas de laboratorio u otros métodos recomendados por el Ingeniero o el EOR. e. Implementa las lecturas de contenido de finos por método rápido (ASTM D1140) cada máximo 2 horas f. Informar a todos los interesados los resultados de los finos de la planta de ciclones por radio o señal abierta para que tomen medidas inmediatas.	
17	Obstrucción del punto de descarga U/F Obstrucción de todo el distribuidos de las espigas	a. Se produce la obstrucción de un punto individual y se observa b. Se detiene el flujo de descarga en todas las espigas c. Aumento de la presión en las bombas.	a. Golpear con el mazo b. Mover el flujo a otra esquina inferior e intente eliminar el bloqueo con agua. No aumenta la presión de las bombas y el sistema. c. Limpiar los agujeros de las espigas con un punzón d. Comprobar si hay una longitud adicional de tubería desde la última espiga o rama, de ser así, debe acortarse e. Desmontar las tuberías y limpiar.	El supervisor de relave de turno notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador
18	Insuficiente cantidad U/F en distribución para mantener la velocidad	a. Enarenado b. Las bombas no funcionan correctamente. c. Baja presión de línea d. Contenido de finos menor a 5%	a. Derivar U/F a celdas cercanas b. Una vez que haya suficiente flujo, regrese el U/F en la presa c. Verificar el mantenimiento y la calibración de la balanza Marcy. La balanza Marcy debe calibrarse en laboratorio. d. Use pruebas de laboratorio u otros métodos recomendados por el Ingeniero o el EOR. e. Implemente las lecturas de contenido de finos por método rápido (ASTM D1140) cada máximo 2 horas f. Verificar la cantidad de flujo, especialmente el mínimo recomendado (trabaje 10 m3/h por encima del flujo mínimo) g. Controlar el contenido de finos de la lechada y no transporte cuando este tiene menos del 5%	El supervisor de relave de turno notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador
19	Las bombas de refuerzo de lodos se detuvieron	a. Incremento repentino del tirante de relave en el tanque Desbordamiento desde el tanque de flujo secundario b. Aumente la presión en las bombas de segunda etapa (SCUH) c. La presión decrece en el distribuidor y espigas Enarenado de tubería aguas abajo	a. Verificar la cantidad de flujo b. Derivar el relave directamente al embalse c. Comprobar la interrupción eléctrica y el estado de las bombas d. Investigar las razones del corte de energía y el tiempo potencial para mitigar el problema. e. Lavar las líneas f. Mantenimiento de estación de bombas. g. Revisar/cambiar el impulsor h. Verificar las piezas de repuesto y planificar la adquisición i. Verificar los parámetros de operación (velocidad, presión, temperatura, etc.) en la sala de control j. Comprobar cómo funciona la bomba (concentración de sólidos, velocidad, NPSH, cavitación, comunicación, instrumentación, etc.)	El supervisor de relave de turno notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
		d. El agua del sello no fluye e. Problemas en el motor f. Corte eléctrico g. El sistema de comunicaciones tiene problemas		
20	La cabeza hidráulica en la bomba de refuerzo de lodos disminuye	a. Incremento del flujo y el tirante de relave/O/F en el tanque b. Muchas espigas están abiertas c. Problemas con el sello de agua	a. Verificar la cantidad de flujo del sistema y sello de agua b. Si el flujo de la lechada es inferior al mínimo, aumente la dilución de relave en la caja del tanque (disminuya la cantidad de sólidos no menos del 55%) c. Comprobar los parámetros de las bombas d. Desviar el flujo hacia el embalse	El supervisor de relave de turno notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador
21	Alta velocidad en la salida de la espiga o punto único	a. Se produjo erosión en la zona de descarga.	a. Comprobar si el flujo aumentó y ajústelo al máximo b. Aumentar la cantidad de sólidos o disminuya el contenido de finos en la estación de ciclón	El supervisor de relave de turno notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador
Sistema de tuberías O/F				
22	Se produce un desbordamiento en el tanque del ciclón O/F	a. Incremento repentino del tirante de relave en el tanque b. Incremento de la velocidad / presión de la bomba	a. Verifique el flujo máximo b. Operar las bombas c. Diluir el relave d. Abrir la válvula de desborde para derivar el relave al embalse.	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
23	Las bombas del tanque del ciclón O/F se detuvieron	a. Incremento del tirante de relave en el tanque b. Desborde del tanque	a. Comprobar la interrupción eléctrica y el estado de las bombas. b. Derivar el relave directamente al embalse c. Investigar las razones del corte de energía y el tiempo potencial para mitigar el problema.	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
24	El nivel de agua en la estación de bombeo del Ciclón O/F disminuye	a. Disminuye la presión en las bombas	a. Comprobar la cantidad de flujo b. Aumentar la dilución de relave en el tanque (disminuya la cantidad de sólidos, 1 o 2%)	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno
25	Se produce el enarenado de las tuberías de O/F de la descarga al embalse	a. La tolva se desborda b. Alta presión en las bombas.	a. Comprobar si la válvula de alimentación está abierta adecuadamente b. Aumentar la velocidad de las bombas. c. Cambiar y descargar en la celda cercana d. Parar y limpiar la línea de arena O/F (restablezca el flujo con agua; enjuague toda la línea O/F al final del proceso de limpieza)	El TO informa al CRO y al supervisor para implementar la respuesta, o el CRO implementa la respuesta. El TO informa al Supervisor de relave de turno

Tabla XX-2 Matriz de Solución de Operación – Presas TMF

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
Cuerpo de dique				
26	Insuficiente arena/producción (relación de tonelaje de arena/relave completos o relación de arena/relave)	a. La topografía del cuerpo de dique indica que la cantidad colocada es menor a lo previsto teóricamente en función del tonelaje procesado. b. Se observan más áreas de almacenamiento. c. Se observa mucha arena perdida d. La cantidad de arena solo se controla a partir de los datos de la planta de ciclones	a. Revisar las gradaciones de molienda (finos, P80, P50) - Incremente el proceso en más del 85% de relave grueso) - Ajuste los ciclones, ajuste el agua de dilución, ajuste la presión del ciclo de lavado, restablezca el objetivo de molienda a una molienda más gruesa b. Identificar las razones por las que sucede esta diferencia (por ejemplo, incremento del ancho de la cresta en el talud aguas arriba, se pérdida de arena aguas arriba para formar la playa, la celda de arena fue removida, está almacenando la arena, etc.) c. Producir arena con <10% de contenido de finos y alta concentración d. No volver a compactar la arena más del 103% de la densidad máxima en seco e. Las arenas almacenadas colocadas mecánicamente exceden el contenido de finos y se eliminaron f. Implementar topografía semanal y comunique los KPI (volumen, área, proporción de arena, elevación del dique y embalse, etc.) g. Comienza a controlar la cantidad y la producción con topografía del dique compactado h. Determinar la proporción Arena compactada/relave totales e implemente KPI	El supervisor de construcción de turno de la presa notifica a los especialistas de la presa y el especialista de la presa notifica al gerente de relave. El gerente de relave implementa la solución. El gerente de relave informa a EOR y al diseñador
27	Erosión de la cara del dique	a. Erosión observada b. Se identificó la temporada de lluvias c. Existen áreas largas donde se limpió la vegetación natural. d. Existe un canal de desviación que descarga en la presa.	a. Reparar las áreas erosionadas con tractores y compactadores. b. Aumentar la concentración de flujo inferior c. Implementar mitigaciones para controlar la erosión (coloque los geomantas) d. Planificar la limpieza de la vegetación en función de la elevación del dique e. Inspeccionar las áreas para identificar el desvío e instale diques de control	El supervisor de construcción de turno de la presa notifica a los especialistas de la presa y el especialista de implementa la acción. El supervisor QC/QA de turno verifica la calidad de la reparación El gerente de relave informa a EOR y al diseñador
28	Talud de dique más plano que 3.0H:1V	a. Pendiente de dique más plano b. Se observa un borde libre reducido c. La arena se colocó en la parte inferior de las presas.	a. Comprobar el cuerpo de dique y la altura de capa b. Verificar el levantamiento del dique c. Verificar el balance de materiales d. Implementar un plan para recrecer el dique	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
29	Talud de dique más pronunciado que 3.0H:1V	a. Talud más pronunciado	a. Comprobar el cuerpo de dique y la altura de capa b. Verificar el levantamiento del dique c. Verificar si existe erosión en la cara del dique	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
			d. Verificar el balance de materiales	
30	Rotura de berma perimétrica durante la colocación de arena.	a. La erosión comenzó en el talud aguas arriba y aguas abajo de la berma	a. Detener la descarga de U/F b. Aumentar la concentración de sólidos de U / F c. Reparar la cara erosionada d. QA/QC de construcción de la berma e. Continuar la supervisión durante la descarga	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
31	Condición difícil durante la compactación de las celdas	a. El nivel del agua es alto. b. El sobrenadante está dentro de la celda hasta alcanzar la elevación del sistema de descarga. c. La arena no drena muy rápido.	a. Disminuir la altura de la berma perimetral. b. Instalar el sistema de salida más profundo c. Descargar la arena con menos del 7% de finos, pero no menos del 5%	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
32	Manejo de sedimentos en las celdas	a. La tubería de descarga no es suficiente b. La capacidad del decantador no es suficiente c. Los sólidos están en suspensión. d. La capacidad de las bombas no es suficiente	a. Hacer el plan para el manejo de sedimentos. b. Evaluar la construcción del pre - decantador. c. Evaluar el uso de floculante d. Verificar las bombas de espera e. Comprobar si existe un plan de compra	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
33	Tiempo de drenaje U/F más largo de lo esperado	b. Se observa Superficie mojada. c. El agua sale a la superficie cuando pasa equipo pesado.	a. Tomar una muestra de flujo inferior depositada recientemente y verifique la gradación. Informe los resultados al ingeniero de registro. b. Ajustar los ciclones para producir menos finos (menos <10%). c. Hacer más gruesa la molienda del relave d. Reducir el grosor de la capa de colocación. e. Retirar y mezcle la arena húmeda y vuelva a compactar	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
34	Dificultad para lograr la densidad U / F especificada	a. Las densidades "in situ" medidas no cumplen con las especificaciones.	a. Realizar una prueba de supervisor estándar en el área con dificultades para el control. Mida "densidades y humedad in situ. b. Ajustar la humedad extendiéndola a un grosor más bajo si está húmeda de manera óptima o extendiéndola a un grosor más bajo y agregando agua si está seca de manera óptima. c. Aumentar el número de pases de compactador (tenga cuidado con esta respuesta) o use el landpac y vuelva a compactar d. Verifique el contenido de finos en U/F e. Considerar más tiempo de drenaje f. Acondicionamiento de la arena y volver a compactar con compactador vibratorio o landpac	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
35	Calidad U / F insuficiente (> 15% menor al	a. incremento del tiempo de drenaje b. Más pases del equipo	a. Disminuir el número de pases del equipo b. Implementar salida de descarga de sólidos en suspensión	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
	tamiz #200): no se alcanza la gradación U/F objetivo después de la compactación	c. El contenido de finos en la estación de ciclones es alto (más del 10%)	c. Determinar los finos adicionales producidos por la producción-descarga - compactación d. Disminuir el contenido de finos en la estación de ciclones (<10%) y derive el relave directamente al embalse hasta que los finos sean inferiores al 10% e. Identificar si es posible, para mezclar con material nuevo, retire las celdas y mezcle con arena U / F nueva de acuerdo con el diseño de mezcla y proceda a compactar mecánicamente. en otro caso, retire la arena y colóquela en el embalse	
36	Disponibilidad de equipos de compactación	a. El equipo tarda más de lo programado b. Cantidad insuficiente de equipos disponibles para reemplazar equipos defectuosos c. ¿Existe un equipo especial para compactar zanjas erosionadas?	a. Comprar más equipo b. Alquilar o contratar otro equipo para uso temporal c. Compre más repuestos de equipos d. Comprar compactador de placa vibratoria hidráulica para excavadora e. Hacer un plan de compra	Gerente de relave El gerente de relave notifica al EOR
37	Lentes y capas con finos o bolsillos de finos	a. La superficie del agua se observa visualmente b. La arena tarda mucho en drenarse c. La densidad es baja	a. Limpiar la superficie y retirar los finos. b. Excava rla zona y reemplaza la capa con la mejor arena. c. Cambiar las bolsas de finos con arena nueva.	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
38	Erosión de la cara aguas abajo	a. Se observa erosión b. El U / F está siendo dispuesto más diluido con menos 55% de concentración de sólidos	a. Identifique la fuente de erosión y desvíe el flujo o implemente barreras o pendientes. b. Coloque las mantas (Matts) sobre el talud aguas abajo c. Repare las áreas erosionadas reemplazando el material del filtro erosionado. d. Supervisar la colocación de arena en las celdas. e. Aumentar la concentración de sólidos U/F hasta un 65% y más del 55% mínimo f. Registrar la erosión y reparación de la zona erosionada. g. Considere un talud mínimo para drenar la escorrentía	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
39	Erosión de la cara aguas arriba	a. Se observa erosión	a. Identificar la fuente de erosión y desvíe el flujo o implemente barreras o pendientes. b. Evaluar para colocar la geomembrana sobre el talud aguas arriba c. Repare áreas erosionadas (descargue arena adicional para aumentar la sección de la cresta) d. Extienda las tuberías de descarga como mínimo 12 m y coloque la flotación e. Registrar la erosión y reparación de la zona erosionada f. Extienda el ancho de cresta con relleno de roca o arena	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
40	la tubería U/F se rompe o la tubería baja se rompe o comienza a erosionar significativamente la cara de la presa	a. Se observa erosión b. Alta presión en la tubería.	a. Controlar la presión en la tubería b. Inspeccionar el sistema de tuberías 1 vez por semana c. Inspeccionar de la tubería después de hacer las reubicaciones e inspección del adaptador de brida o implementar el sistema Victaulic d. Utilizar el medidor de torque para instalar los tornillos e. Cerrar la válvula y derivar el U/F al área de almacenamiento o al embalse	El Supervisor de construcción de turno notificará al supervisor de relave para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
41	Erosión por escorrentía externa hacia el cuerpo de dique	a. Se observan afluentes en la inspección de campo.	a. Reconocimiento de la fuente y afluentes. b. Realizar la evaluación de peligros y planes de acción. c. Implementar presas de control d. Implementar trincheras perimetrales para desviar el agua. e. Hacer el estudio de manejo del agua TMF e implementar el plan	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
42	Erosión del material filtrante sobre los drenes	a. Se observa erosión	a. Identificar la fuente de erosión y desvíe o implemente barreras o banquetas b. Reparar las áreas erosionadas reemplazando el material del filtro erosionado. c. Proteger el material del filtro mediante la colocación mecánica y la compactación del relave U/F para cubrir el material del filtro con una capa mínima de 1.5 m. d. Implementar la protección de drenes con geotextil para mitigar la contaminación de drenes con finos. e. Colocar las mantas	El supervisor de turno de QA / QC notificará a Construcción y al supervisor de turnos de construcción para implementar la solución. El equipo notifica al gerente de relave.
43	Superficie freática superior al límite establecido.	a. Altos niveles freáticos medidos en piezómetros (la instrumentación muestra un alto nivel de agua)	a. Inspeccionar el dique en busca de signos de peligro (deslizamientos, grietas, filtraciones, etc.) b. Revisar los resultados del monitoreo para establecer tendencias. c. Manejar de la playa y poza de recuperación si el estanque está demasiado cerca de la cara aguas arriba del dique de 600 m (aumento). Dar prioridad a la formación de la playa con O/F d. Verifique el tipo de relave que se descarga desde aguas arriba e. Comprobar la estabilidad de la pendiente con el diseño. f. Seguir continuamente el aumento de elevaciones g. De acuerdo con las recomendaciones de EOR, implementar acciones correctivas	El gerente de relave notifica al Ingeniero de registro Ingeniero de registro y Gerente de relave Supervisor QA/QC de turno
44	Vegetación	a. se observa crecimiento de la vegetación	a. Limpiar la vegetación antes de colocar la arena.	Supervisor de construcción de turno
454	No existen datos de instrumentación	a. La instrumentación no produce datos. b. Los datos no fueron registrados	a. Verificar las operaciones de instrumentaciones. b. Reemplazar los daños del equipo c. Comprobar el acceso disponible a los instrumentos (implemente el acceso si es necesario)	El gerente de relave notifica al Ingeniero de registro

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
		c. La instrumentación fue daño por equipo o condiciones del sitio	d. Verificar el resumen semanal de datos	
46	Disminuye el rendimiento del sistema de drenaje.	a. Incremento de la elevación del nivel del agua en las tuberías verticales. b. Se observa filtración sobre el drenaje	a. Evaluar e implementar otros sistemas de colección. b. Instalar drenajes adicionales c. Aumentar la dimensión de los drenes (alto) del sistema de drenaje	El gerente de relave notifica al Ingeniero de registro
47	Condición climática	a. La descarga de arena es difícil. b. La escorrentía inunda las celdas c. La escorrentía erosiona las bermas y la cara. d. La escorrentía aumenta el agua en la arena durante la eliminación y compactación.	a. Aumentar la concentración de sólidos U/F b. Disminuir la altura de las bermas perimetrales en las celdas. c. Disminuir la altura de la capa de compactación. d. Disminuir el tiempo del ciclo de descarga de compactación e. Aumentar la producción y colocación de arena en buenas condiciones climáticas.	Supervisor de construcción de turno Supervisor QA/QC
48	Sismo	a. El sismo es sentido por el personal.	a. Evaluar si existe peligro inminente de falla. Si una falla es inminente o está en progreso, siga los procedimientos de respuesta de emergencia. Si no hay peligro inminente de falla, realice una inspección visual inmediata de las instalaciones de la presa, descargue los registros de los instrumentos geotécnicos y repare los daños. b. Evaluar si se requiere la instalación del acelerómetro	El gerente de relave o persona calificada, capacitada en seguridad y procedimientos de respuesta ante emergencias. Gerente de relave Gerente de relave debe avisar al ingeniero de registro si se identifican signos de peligro
49	Manejo de tuberías de U/F en la cresta	a. Se observa interferencia con la descarga. b. La reubicación consume más tiempo. c. La sección de tubería no está disponible para descarga d. Las descargas programadas en la celda se cambiaron para la instalación	a. Verificar si existe un plan para la reubicación y el cronograma se incluyó en el cronograma de construcción de la celda b. Evalúa cambiar el sistema de tubería (por UHMWPE) c. Evaluar para usar un sistema de unión diferente	El supervisor de relave de turno implementa la respuesta, notifica al gerente de relave
50	Manejo de tuberías de O/F en la cresta	a. Se observa interferencia con la descarga. b. La reubicación consume más tiempo. C. El sistema de desvío no se identificó en la entrada de presas o en otro punto	a. Verificar si existe un plan para reubicar y actualizar el plan b. Instalar válvulas en la entrada de las espigas C. Evaluar para usar un sistema de unión diferente	El supervisor de relave de turno implementa la respuesta, notifica al gerente de relave

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
51	Manejo de agua aguas abajo cerca del estribo derecho	a. El canal de derivación descarga al dique b. Se identifica la erosión en el estribo	a. Comprobar si existe un plan para el manejo de agua. b. Implementar el plan (canales de desvío, verificar represas, etc.) C. Verificar el sistema de manejo de agua en campo con frecuencia (1 vez por mes) e implementar el plan de acciones	El supervisor de construcción de turno notifica al supervisor de seguimiento para implementar la solución El equipo notifica al gerente de relave.
52	Permeabilidad perdida en la fundación	a. El aumento de la elevación del nivel del agua se registra en la instrumentación	a. Verificar los datos de otros instrumentos b. Verificar si esta nueva condición fue considerada en el análisis; si no, haga un nuevo análisis considerando las nuevas condiciones C. Seguir los cambios de la lectura de piezómetros d. Implementar el plan de acción para mitigar las fallas.	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
53	La escorrentía y la compactación están aumentando los finos en el sistema de drenaje.	a. Se observó contenido de finos en el sistema de drenaje. b. Se observa contaminación con sedimentos. c. Áreas existentes no protegidas	a. Cubrir las estructuras de drenaje con geotextil y verifique con frecuencia si el sistema funciona bien b. Cambiar la protección si se dañó. C. Comprobar la instalación del sistema de protección. d. Implementar un plan para monitorear el sistema de protección.	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
54	Manejo de agua e inundaciones durante la construcción de la presa Norte	a. Se observan sedimentos en la balsa del canal. b. La profundidad del agua disminuye en el canal de la balsa.	a. Implementar un sistema de manejo del agua (canales de desviación, presas de control, etc.) b. Comprobar la protección del sistema de drenaje C. Si los drenajes estaban contaminados, retírelos y reconstrúyalos d. Si la arena estaba contaminada, retire la arena y reemplácela por arena nueva.	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
55	Secuencia de crecimiento del cuerpo de dique vs aumento de embalse	a. El embalse y el dique se están elevando de manera diferente a medida que se equilibra el material (el embalse se eleva más rápido que el terraplén) b. Se identificaron cambios del talud aguas abajo C. Se identificó un nuevo requisito de arena d. No se observa una formación uniforme en la playa.	a. Verificar y actualice el balance de materiales b. Evaluar recrecer el dique utilizando otro material. C. Evaluar si el sistema de clasificaciones permite procesar más relave y obtener más arenas	Gerente de relave
56	Descarga de arena en la celda ubicada en la parte inferior del dique aguas abajo	a. Se observa alta presión b. Se observa erosión durante la descarga.	a. Disminuir el cabezal hidráulico de la bomba (verifique si la velocidad, la presión, el sistema VFD está bien) b. Evaluar la longitud del sistema de tuberías. C. Implementar múltiples espigas para descargar la arena. d. Disminuir el contenido de finos en relave	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
57	Descarga de arena en la celda ubicada en la parte superior del dique aguas abajo	a. Se observa alta presión b. Se observa erosión durante la descarga.	a. Comprobar la cantidad de bombas (el sistema VFD está bien) b. Implementar múltiples espigas para descargar la arena. c. Disminuir el contenido de finos en relave	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
58	Reubicación del sistema de salida	a. La reubicación toma más tiempo b. La compactación mecánica tomó más tiempo y es difícil. C. Una capa más alta en las celdas produce más compactación mecánica.	a. Evaluar si es conveniente cambiar el sistema b. Evaluar, si es posible, disminuir la capa alta establecida C. Registrar el tiempo para este proceso	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
59	Interferencia de sistemas y equipos en aguas abajo y cresta	a. La interferencia se observa por la interacción de la construcción, la extensión de la operación con la operación.	a. Evaluar el plan para identificar la interferencia. b. Implementar un sistema de comunicación efectivo. c. Descargar en otra celda (tenga más celdas disponibles para implementar los cambios)	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
60	Pozas aguas abajo en presa Este	a. Se observan pozas si. No existen canales de derivación	a. Implementar presas de control de sólidos. b. Implementar un sistema de bomba para reciclar el agua. C. Verificar las elevaciones y PMP y considere el sistema de desvío	El gerente de relave notifica al Ingeniero de registro Supervisor de construcción de turno
61	Golpe de ariete y alta presión en tuberías U / F	a. Se detectan ruidos de golpe y flujos pulsantes. se detecta alta presión en el sistema b. Se observa una apertura inesperada de las válvulas de alivio. C. Alta presión se identifica un largo la presa	a. Comprobar la presión en la tubería. b. Evaluar la instalación de soportes. C. No cierre la válvula aguas abajo para forzar el movimiento a detenerse o cambiar de dirección repentinamente mientras la bomba está funcionando, o el cabezal hidráulico está alto	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave. El supervisor de relave de turno implementa la respuesta
62	Daño en drenes	a. Se observó contaminación y daños en los drenes	a. Reparar los drenes con material nuevo. b. Proteger los drenes expuestos (con arena y geotextiles)	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
63	Existencias de material de drenaje	a. No existe material disponible para extender los drenes	a. Cada proyecto debe dejar existencias de las zonas 7A, Zona 3 y Zona 9 (identificar las cantidades) b. Identificar la ubicación de las existencias.	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
64	Presencia de capa de finos sobre la plataforma Z7	a. Se identificaron capas finas	a. Limpiar las capas finas antes de colocar el sistema de drenaje (zona 7A, zona 3 y zona 9) b. Registrar las áreas y apruebe según los protocolos	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.
65	Contaminación de sedimentos por suelo natural.	a. Se observa contaminación por sedimentos de drenes y arena.	a. Limpiar los finos antes de colocar la arena o el drenaje. b. Registrar las áreas y apruebe según los protocolos	El supervisor de construcción de turno implementa la solución El equipo notifica al gerente de relave.

Tabla XX-3 Matriz de Solución de Operación – Embalse TMF

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
Embalse				
66	La tubería O/F se rompe o comienza a erosionar significativamente la cara de la presa	a. Se observa erosión	a. Cambiar a otra línea de descarga y repare la causa del problema	El supervisor de relave de turno implementa la respuesta
67	Laguna de agua clara se desarrolla a <600 m aguas arriba de la presa	a. Se observa poza de agua clara cerca de la cara aguas arriba	a. Depositar el relave en base a simulaciones o plan de colocación. b. Verificar y actualice el plan de eliminación c. Priorizar la descarga en zonas impactadas	El supervisor de relave de turno implementa la respuesta, notifica al gerente de relave
68	múltiples lagunas o pozas de agua atrapadas en embalses	a. Se observan más pozas.	a. Depositar el relave en base a simulaciones. b. Actualizar el plan de simulación o eliminación. C. Implementar más descargas en zonas estratégicas para empujar el agua	El supervisor de relave de turno implementa la respuesta, notifica al gerente de relave
69	Manejo de pozas luego de la formación de la playa	a. Falta de playa uniforme a lo largo de la cara del terraplén b. Formación de estanques de agua atrapados.	a. Ajustar las ubicaciones de descarga O/F para obtener una playa uniforme y eliminar las pozas de agua atrapadas b. Reducir el tamaño / profundidad de la poza C. Aumentar más puntos de descarga	El supervisor de relave de turno Gerente de relave
70	Tiempo requerido para reubicar balsas de agua de recuperación	a. Agua de dilución insuficiente en la estación de ciclón.	a. Comprobar los efectos b. Aumentar el flujo de agua de reposición del sistema de filtración.	El supervisor de relave de turno Gerente de relave
71	Invasión de limo en el canal de balsas	a. Las bombas no pueden funcionar debido al exceso de sólidos. b. El agua con limos aparece al descargar el agua de recuperación.	a. Construir una barrera de relleno de roca a lo largo del lado aguas arriba del canal de recuperación de balsas de agua o barrera con geotubos b. Comprobar batimetría de la poza de recuperación de agua C. No implemente barreras flexibles para retener el lodo, estos se descomponen y producen inundaciones donde la profundidad del agua disminuye repentinamente	Supervisor de relave de turno Operador de relave
72	Aumento repentino de la elevación del embalse en caso de lluvia	a. Se observa disminución del borde libre	a. Evaluar si las presas de verificación podrían implementarse aguas arriba del embalse o aguas abajo de la cuenca b. Se podría implementar algún canal de desvío	Gerente de relave El gerente de relave notifica a EOR
73	Disminución repentina de la profundidad del flujo en la zona de balsas	a. Se observa relave en las balsas. si. Se observan sólidos flotantes. C. Se observan daños en las bombas.	a. Consultar el plan de eliminación b. Evaluar la construcción de barreras.	Supervisor de relave de turno
74	Inundaciones en balsas	a. Se observan sedimentos y sólidos aluviales. b. Las balsas están atrapadas	a. Verificar el manejo de las aguas pluviales b. Detener el sistema de recuperación de agua y limpie los sedimentos.	Operador de relave
75	Empalizada en balsas	a. Se observan empalizadas b. se observan problemas en la torre de decantación	a. Verificar si el sistema actual está funcionando b. Evaluar si son necesarias barreras atrapadas adicionales	Supervisor de relave de turno
76	Las formaciones de playa toman más tiempo	a. Visualmente el agua está cerca de la cara del talud	a. Realizar un levantamiento topográfico del embalse b. Verificar y actualice el plan de eliminación de relave C. Agregar más puntos de descarga d. Priorizar la descarga con relave totales	Gerente de relave El gerente de relave notifica a EOR

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
			e. Evaluar la construcción de bermas de retención. F. Añada floculante en el proceso	
77	Densidad de O/F es inferior a lo esperado	a. Disminuye el borde libre b. Disminuye la capacidad de almacenamiento del embalse	a. Verificar la relación arena/relave total y los KPI b. Aumentar la producción de arena. C. Investigar, y si es posible, use otro material de préstamo para mantener el borde libre d. Actualizar el balance de materiales e. Verificar el pronóstico y los proyectos sostenibles	Supervisor QA/QC de turno, Gerente de relave El gerente de relave notifica a EOR
78	Descarga de relave cerca del agua decantada	a. Se observan sedimentos en el canal de la balsa. b. La profundidad del agua disminuye en el canal de la balsa.	a. Verificar la ubicación de las espigas b. Implemente represas de control en el canal de balsas (geotubos)	Gerente de relave El gerente de relave notifica a EOR
79	Pendiente de la playa	a. Se observa una playa más plana y el agua está cerca del talud aguas arriba. b. Hay una playa de pendiente pronunciada y el borde libre se ha perdido debido al aumento en la elevación del nivel de la playa.	a. Realizar un levantamiento de la playa y verificar la pendiente b. Revisar el plan de eliminación C. Usar floculante para aumentar la sedimentación si la pendiente es más plana d. No descargar el relave total ni el relave grueso si la pendiente de la playa es escalonada e. En general, no descargue relave entero o relave grueso para formar la playa.	Gerente de relave El gerente de relave notifica a EOR

Tabla XX-4 Matriz de Solución de Operación – Filtraciones, Poza de sedimentación y torre de decantación en TMF

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
Filtración				
80	Desborde en instalaciones de filtración	a. La descarga de agua se observa por el aliviadero de la instalación de filtración	a. Operar la bomba de retorno de filtración b. Comprobar la capacidad del sumidero y las bombas. C. Limpia el sumidero/retira los sólidos	Supervisor QA/QC de turno, Supervisor de construcción El gerente de relave notifica a EOR
81	Daño en bombas	a. El impulsor de las bombas está dañado. b. Las bombas se detuvieron C. Se observan sólidos en suspensión. d. La profundidad del flujo disminuye	a. Limpiar el sumidero b. Evaluar si es posible, implementar pre - decantador C. Evaluar cómo agregar Floculante y eliminar los sólidos. d. Verificar la instrumentación y agregue sensores de nivel de agua	Supervisor de relave de turno Gerente de relave
82	Interrupción eléctrica (efecto en el sistema de retorno de la bomba de filtración)	a. Acumulación de agua en sumidero.	a. Tomar lecturas en el vertedero de medición de filtración. En función del caudal, calcule el tiempo para llenar el sumidero b. Investigar las razones del corte de energía y el tiempo potencial para mitigar el problema.	Supervisor de relave de turno Gerente de relave
83	Presencia de sólidos en la filtración.	a. Se observan sólidos en el agua.	a. Identificar / verificar la fuente de sólidos si. Aumentar la longitud de la playa y descargue más O/F C. Desarrollar análisis adicionales.	Supervisor QA/QC de turno, Supervisor de construcción El gerente de relave notifica a EOR
84	Manejo de filtraciones	a. El sistema de bombeo no es suficiente para controlar los límites del nivel del agua. b. el nivel del agua es más alto que el establecido C. La bomba está fuera de servicio. re. Se observan sedimentos en el sumidero.	a. Registrar el flujo y el nivel del agua y verifique si el diseño cubre las nuevas condiciones b. Comprobar el tiempo de funcionamiento de las bombas. C. Compruebe la frecuencia de encendido / apagado de cada bomba (es recomendable no exceder de 6 veces) d. Verificar si existe un sistema VFD para controlar adecuadamente la operación e. Evaluar por qué existen sedimentos e implementa el sistema de mitigación (como cambiar las bombas, implementar VFD, velocidad del impulsor, cambiar el material de la bomba y el revestimiento del impulsor, etc.) F. Comprobar la lógica de instrumentación y control de la estación de bombeo.	Supervisor QA/QC de turno, Supervisor de construcción El gerente de relave notifica a EOR
Sistema de sedimentación/poza				
85	Desborde en estructuras de sedimentación.	a. Las estructuras están llenas de sólidos.	a. Eliminar los sólidos y vaciar la estructura.	Supervisor de construcción
86	El agua no puede recircularse ni reciclarse	a. El flujo tiene sedimento de partículas gruesas. si. Presencia de espuma	a. Evaluar la construcción de decantador adicional o decantador previo. b. Aumentar la capacidad del decantador C. Implementar sensores	Supervisor de construcción El gerente de relave notifica a EOR
87	Reubicación del canal de transporte de sedimentos (desbordamiento) desde la celda	a. Se observa interferencia b. Se observa erosión	a. Evaluar el uso de otro sistema (cerrar canal con tubería) b. Evaluar implementar dos o más sistemas de transporte.	Supervisor de construcción

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
Agua decantada				
88	Fuga de agua	a. Se observan fugas	a. Identificar la fuente de fuga b. Evaluar el impacto ambiental. c. Instalar un sistema de mitigación externo (construya bermas, sumideros, etc.	Supervisor de agua El gerente de relave notifica a EOR
General				
89	El costo operativo es alto	a. El costo operativo ha terminado antes de lo previsto	a. Identificar los gastos más altos y evalúa si es posible optimizar b. Identificar la lista de trabajos y verifique el cronograma (algunas tareas se realizaron antes de necesitarlas) c. Reducir los gastos que no agregan valor a la operación d. Implemente reuniones de lluvia de ideas para identificar oportunidades para ahorrar dinero, producir planes de acción, implementar y verificar e. Implementar la metodología de construcción esbelta "hacer más con menos" y el último sistema de planificación e incluye la participación del último trabajador. Comunicación eficiente entre el supervisor y los trabajadores, generalmente los trabajadores tienen una buena idea para simplificar el proceso y mejorar	Gerente de relave
90	No se identificaron proyectos de capital sostenible.	a. El pronóstico no incluye todos los proyectos.	a. Consultar los documentos de diseño y haga un pronóstico para LOM b. implementar reuniones de lluvia de ideas para identificar las instalaciones que podrían necesitar el TMF c. Revisar el CAPEX-LOM con frecuencia (al principio mínimo 2 veces por año y después de 1 vez por año)	Gerente de relave
91	Necesidad de implementar más proyectos antes del plan establecido	a. La ejecución de proyectos apareció como urgente	a. Tener en cuenta que las emergencias aparecen más en los primeros años (5 años) b. Verificar continuamente el pronóstico con el balance de materiales, aumente el embalse y el terraplén) c. Comprobar la importancia de la estructura / instalaciones y verifica si es necesario implementar con urgencia o podría posponerse d. Identificar el tiempo de cada etapa para implementar el proyecto completamente (estudios previos, ingeniería, licitación, construcción)	Gerente de relave
92	Posponer proyectos que establecieron el plan	a. Se identificaron flotadores entre la implementación y las necesidades.	a. Comprobar si existe una pieza de repuesto del equipo principal. b. Hacer una lista de piezas de repuesto y un plan de suministro. C. Promover la catalogación de piezas. d. Identificar el tiempo de adquisición a considerar en el plan de suministro.	Gerente de relave
93	Disponibilidad de repuestos críticos que impactan la operación	a. Los repuestos críticos no fueron identificados	a. Comprobar si existe una pieza de repuesto del equipo principal. b. Hacer una lista de piezas de repuesto y un plan de suministro. C. Promover la catalogación de piezas. d. Identificar el tiempo de adquisición a considerar en el plan de suministro.	Gerente de relave
94	Los equipos de reserva críticos disponibles afectan la operación	a. No se identificaron los equipos críticos en espera	a. Comprobar si existe una pieza de repuesto del equipo principal. b. Hacer una lista de piezas de repuesto y un plan de suministro. C. Promover la catalogación de piezas. d. Identificar el tiempo de adquisición a considerar en el plan de suministro.	Gerente de relave
95	Ajuste de KPIs	a. Los KPI no fueron corregidos	a. Fijar los KPI y comunicar los objetivos. b. Implementar reuniones semanales y quincenales para seguir los índices. C. Evaluar si un "libro de receta" podría facilitar llegar a la meta	Gerente de relave La gerencia de relave notifica a EoR

Matriz Solución-Problema				
No	Problema	Síntoma del problema	Respuesta	Persona responsable
96	Tormenta	a. Se identifica tormenta eléctrica b. El operador está trabajando en el campo durante las tormentas.	a. Evaluar la instalación del pararrayos en el cuerpo de dique b. Instalar refugio para tormentas C. Haga un plan de respuesta de emergencia (evacuación, refugio, etc.) y realice la capacitación.	Gerente de relave
97	Canteras disponibles y áreas de préstamos	a. El material para estructuras extensas no cumple con las especificaciones. b. El material produce más finos que las especificaciones durante el manejo, transporte, colocación y compactación.	a. Identificar áreas potenciales que sirven como préstamo. si. Realizar un estudio completo y exhaustivo para el área de préstamos. C. Identificar rocas friables y cuantifica la proporción en préstamo y se enfoca en la prueba de abrasión del tamaño de partículas de menos de 3/8 "	Gerente de relave
98	Control de documentos	a. Los registros de cambios, instrucciones, no conformidad, notificación de defectos no están disponibles	a. Realizar un procedimiento de documento de control y registre todos los documentos (todos los documentos deben estar cerrados) b. Hacer un formato de seguimiento para conocer los documentos pendientes, cerrados, el tiempo de respuesta, responsable C. Elaborar un tablero para registrar el problema, los planes de acción, los responsables, los compromisos, la fecha de cumplimiento, etc.	Gerente de relave
99	Seguridad y salud	a. Aumento de incidentes y accidentes.	a. Implementar más cursos de capacitación. b. Liderar con el ejemplo C. Definir y comunicar claramente los KPI de seguridad d. Inculcar que la seguridad debe ser un valor e. Inculcar las prácticas de seguridad dentro y fuera de la empresa.	Todos los supervisores
100	Impactos ambientales	a. Aparecen preocupaciones medioambientales b. Aumento de pH	a. Verificar la política ambiental y los compromisos que la empresa tiene con las comunidades. b. Comprobar los límites permitidos con respecto a la línea base C. Verificar si los relave y el agua de proceso se pueden verter fuera del área de operación, incluso si está dentro de la huella del TMF d. Cursos de formación e. Coordinar para implementar planes de acción con la Planta concentradora y el director de la mina	Gerente de relave
101	Huelgas	a. Los trabajadores presentan el archivo de reclamos y comunican la huelga	a. Verificar si existe un plan de emergencia b. Evaluar si el personal debe tener capacitación para operar la planta y el equipo principal. c. Muchas operaciones implementan el plan de "manos sucias"	Todos los supervisores
102	Certificación y seguro	a. Certificaciones para pertenecer a ICMM u otra organización mundial no existe b. Requisitos a cumplir para seguros y préstamos de inversión no existe	a. Implementar revisiones e inspecciones de EOR (4 por año) b. Implementar revisiones de administración y reuniones (2 por año) c. Implementar una Junta de revisión externa de terceros (1 por año) d. Implementar registros (cada mes) e. Implementar inspecciones de organizaciones de seguros (1 por año)	Gerente de relave